

Lehrbuch

der

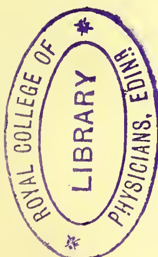
Physikalischen Heilmethoden

für Aerzte und Studirende

von

Dr. M. J. Rossbach,
o. ö. Professor der Medicin und Vorstand des pharmakologischen Instituts
an der Universität Würzburg.

Mit 85 Holzschnitten.



Berlin 1882.
Verlag von August Hirschwald.
N.W. Unter den Linden 68.

Der

Universität Würzburg

als der Stätte

seines Lernens und Lehrens

zur

Feier ihres 300jährigen Bestehens

gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Seit mehreren Jahrzehnten bereits drängen in unwiderstehlicher Wucht die physikalischen Heilmethoden und -mittel, namentlich die Atmiatrie, die Pneumato-, Klimato-, Hydrotherapie, ferner Electrotherapie, Gymnastik und Massage sowohl hinsichtlich der Vorbeugung, wie bei der Behandlung von Krankheiten immer mehr in den Vordergrund. In demselben Grade, in welchem die Pharmakologie mit dem Uebermaasse des alten Arzneischatzes experimentell und kritisch aufräumte, die gleiche Wirksamkeit zusammengehöriger, die Unwirksamkeit anderer Gruppen nachwies und dadurch die Zahl der nützlichen chemischen Arzneimittel auf ein bescheidenes Maass zurückbrachte: in demselben Grade wurden die in die altgewohnten Heilpotenzen und Heilanzeichen geschlagenen Lücken auszufüllen und zu ergänzen gesucht durch die genannten von den älteren medicinischen Schulen mehr oder weniger vernachlässigten physikalischen Mittel. Ja die durch eine Jahrtausende lange Benützung ehrwürdig gewordenen und in Mancher Augen gleichsam geheiligten alten chemischen Heilmittel, auch diejenigen unter ihnen, welche dem neuerlichen pharmakologischen Massenmord noch entronnen und auch von der modernen Wissenschaft wirklich als wirksam und unentbehrlich anerkannt sind, können sich in ihrem Besitzstand nicht sicher fühlen und werden tagtäglich von den Luft-, Wasser- und Naturärzten in oft leidenschaftlicher Weise angegriffen. Selbst bei den Eklektikern, welche bei voller Anerkennung der neuen Richtung doch nicht auch das Gute der alten Ueberlieferung verlieren wollen und die altbewährten Arzneien tagtäglich noch anwenden, gehört es bereits fast zum guten Ton, wegwerfend von ihren wenigen übriggebliebenen Getreuen zu sprechen und es gleichsam als eine Gnade hinzustellen, dass man sich ihrer Hilfe noch bedienen mag.

*

Dabei zeigt sich aber in der neuen physikalischen Richtung die auffallende Thatsache, dass auch sie von den Irrthümern der Vorzeit nur theilweise gelernt hat und manche Fehler der alten Arzneigelehrsamkeit genau copirt. Nicht von der Gesammtheit der Aerzte getragen ist der Ausbau mehrerer moderner physikalischer Heilmethoden dem Zug der Gegenwart folgend fast ausschliesslich in die Hände von Specialisten gerathen, so dass wir Electro-, Hydro-, Pneumatotherapeuten, sowie eigene Anstalten für Gymnastik, Orthopädie und Massage besitzen, welche neben den guten Seiten auch die Fehler aller abschliessenden Concentrirung in diese Gebiete hineintragen. Genau wie man in älterer Zeit ein einmal als wirksam erfundenes Mittel gegen alle möglichen Krankheiten nicht nur erst versuchte, sondern sogleich vor eingehenderer Prüfung empfahl, so sucht der moderne therapeutische Specialist in den Machtbereich seiner Specialität alle möglichen Krankheiten zu bringen und beobachtet in der That, wenn auch nur in Folge seiner Voreingenommenheit, bei den differentesten Zuständen Heilung, die ein später nachprüfender Arzt leugnen muss. Wie ferner während der Herrschaft der alten Arzneimittel gegen ein und dieselbe Krankheit hundert verschiedene Mittel angewendet worden sind, so findet man bei Durchmusterung der Specialwerke, dass bei derselben Krankheit der Wasserarzt das Wasser, der Atmiatriker die reine oder verdichtete oder verdünnte Luft, der Electrotherapeut die Electricität u. s. w. von vorzüglichem durch die anderen Methoden nicht erreichbarem Erfolg gefunden hat.

Es schien mir daher die Zeit gekommen, den Weg, welchen die moderne Pharmakologie bei Prüfung der Wirkung und Bedeutung der chemischen Arzneimittel mit so grossem Erfolg eingeschlagen hat, auch für die physikalischen Heilmittel fortzusetzen, und den Spiess umdrehend nun auch an die Wunderwirkungen der Luft, des Wassers, der Electricität denselben kritischen Maassstab wie an die Wirkungen der alten Arzneimittel anzulegen. Dazu war vor Allem nöthig, alle diese verschiedenen isolirten und in keiner gesunden Berührung mehr mit einander stehenden Disciplinen in den gemeinsamen grossen Strom der Gesammttherapie zu leiten und durch die hierdurch bewirkte engere Berührung Vergleichungspunkte zu gewinnen für die Beantwortung der Frage, welche von den vielen verschiedenen Mitteln und Methoden in

schnellster, sicherster und dabei einfachster Weise die Beseitigung eines krankhaften Zustandes erzielt. Wie in der engeren Arzneimittellehre, wird auch in diesem Gebiete in solcher Weise eine Vereinfachung und Verkleinerung der jeder Methode zugehörigen Krankheitsbezirke erzielt und dem überlasteten practischen Arzte, der alle Krankheiten behandeln und alle Methoden kennen soll, auch die Möglichkeit hierzu gewährt werden können. Man kann die Specialitäten vergleichen mit in jugendlicher Kraft von den Höhen herabeilenden kleineren Gewässern, die in enge Schluchten eingeschlossen nichts als ihr eigenes Plätschern und Rauschen hören und eine Masse Gerölle mit sich fortreissen. Wie dieses Gerölle zu Boden sinkt, wenn die bergabstürzenden Bäche in den langsam fliessenden Strom oder See einmünden, und wie das Wasser des letzteren dann viel reiner und durchsichtiger dem betrachtenden Auge erscheint: so werden auch von den Specialitäten alle unnöthigen Künsteleien und Spielereien, welche sie mit sich fortführen, so lange sie gleichsam im Verborgenen cultivirt werden, hinwegfallen und mit Recht vergessen werden, sobald sie wieder in den Rahmen der Gesammtwissenschaft eintreten; denn letztere hat nicht Raum und nicht Zeit für das Unbedeutende und Gekünstelte.

Diesen Zielen soll die vorliegende Arbeit zustreben. Der Verfasser hat sich deshalb vor Allem bemüht, bei jeder einzelnen Krankheitsform, bei welcher eine oder mehrere physikalische Methoden therapeutisch verwendet worden, eine vergleichende Betrachtung der Wirkung dieser, sowie auch gleichzeitig der Wirkung der bei denselben empfohlenen chemischen Arzneimittel zu geben; ferner den zu grossen Sanguinismus, den man in den Specialitäten bei Beurtheilung des Erfolgs der einzelnen Mittel noch zu häufig vorfindet, auf ein richtiges Maass herabzudrücken. Es war dazu nöthig, den aus dem Heilerfolg in einigen wenigen Fällen gezogenen Verallgemeinerungen schonungslos entgegenzutreten. Es erschien als derselbe Fehler, wenn ein Arzt, weil er in einigen Krankheitsfällen nicht den von Specialisten sicher versprochenen Erfolg erzielen konnte, gleich eine ganze Heilmethode verwirft, als wenn Letzterer aus wenigen Heilungen gleich auf die unfehlbare Heilkraft seiner Methode geschlossen hat. Es durfte dabei auch nie vergessen werden, wie viele von den angeblich curirten Krankheiten von selbst geheilt wären, wenn man dieselben sich selbst überlassen hätte.

Der Verfasser glaubt nicht, dass ein gleichzeitig erscheinendes auch die physikalischen Methoden umfassendes grösseres Sammelwerk der allgemeinen Therapie seine eigene Arbeit überflüssig machen wird; denn jenes hat nicht, wie vorliegendes, die Absicht, von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus eine concise Zusammenfassung und vergleichende Beurtheilung der einzelnen bis jetzt isolirten Zweige zu geben, sondern reiht jede einzelne von den hervorragendsten Specialisten bearbeitete Specialität ohne inneren Zusammenhang lose aneinander, wie etwa verschiedene Bücher in einem Bücherschrank, und hat nur ein äusserlich verbindendes Band, nämlich einzig den Namen des Herausgebers. Es stehen in demselben daher öfters sogar ganz entgegengesetzte Anschauungen schroff und ohne Vermittelung neben einander, und jedes einzelne Kapitel vertritt immer nur den Standpunkt eines einzigen, wenn auch ausgezeichneten Vertreters seines Faches. Winternitz, um ein Beispiel geben, scheint gar nicht die wichtigen Arbeiten von Liebermeister und dieser nicht die jenes Autors zu kennen, so dass bei Behandlung desselben Themas, in dem beide Autoren verdienstvoll gearbeitet haben, immer von dem Einen der Name des Anderen gar nicht erwähnt wird.

Das vorliegende Buch sucht im Gegensatz hierzu die Anschauungen und Arbeiten aller einem Fache angehörigen Forscher sowohl unter einander, wie auch vom Standpunkte der Gesammtmedicin zu verschmelzen zu einem einheitlichen Gusse, damit der Uneingeweihte nicht rathlos vor scheinbar unlösbaren Widersprüchen stehe. Dabei hat sich Verfasser immerhin in Acht zu nehmen gesucht, solche Widersprüche selbst mittelst seiner subjectiven Meinung oder von seinem Standpunkte aus zu lösen; sondern war auch hier bestrebt, durch unparteiische Nebeneinanderstellung es dem Leser zu ermöglichen, sich ein eigenes Urtheil zu bilden oder auch ein solches als noch nicht fällbar zu erkennen.

Ein Theil der in vorliegendem Buche behandelten Methoden ist gegenwärtig an den deutschen Hochschulen so gut wie gar nicht in das Lehrprogramm aufgenommen und wird auf den Kliniken, wie überhaupt der therapeutische Theil der medicinischen Wissenschaften, nur nebenbei kennen gelehrt; einige werden im Gegensatze hierzu nur specialistisch in verhältnissmässig viel zu breiter Weise geboten und von den Studirenden wegen Zeitmangels vernachlässigt. Es mag daher manchem in die Praxis

tretendem jungen Arzte erwünscht sein, durch ein Handbuch die bezüglichen Lücken seines Wissens auszufüllen. Es wurde aus diesem Grunde auf den propädeutischen Theil bei jeder einzelnen der vorgeführten Heilmethoden eine besondere Aufmerksamkeit gerichtet.

Der Verfasser glaubt einerseits durch eine 15jährige practische Thätigkeit auf den meisten Gebieten der inneren Medicin, während deren er bestrebt war, so vorurtheilsfrei als möglich einen Einblick in den therapeutischen Werth aller Heilmethoden zu gewinnen, andererseits durch eine eingehende 10jährige wissenschaftliche Bearbeitung der engeren Heilmittellehre, deren Ergebnisse er zum Theil in seinen pharmakologischen Untersuchungen, zum Theil gemeinschaftlich mit Nothnagel in seinem Handbuch der Arzneimittellehre dem ärztlichen Publicum vorgelegt hat, die Befähigung erlangt zu haben, nach den verschiedenen Seiten hin gleiches Maass und Gewicht zu gewähren und dem Vorwurf ausweichen zu können, eine Liebhaberei nach nur einer Richtung zu haben.

Er bezweifelt jedoch selbst, dass es ihm gelungen sein könne, allen oben dargelegten Zielen auch nur annähernd gerecht zu werden, und bittet daher den freundlichen Leser um Nachsicht für diesen Versuch, bisher weit getrennte Gebiete zu einem übersichtlichen Ganzen zu verschmelzen.

Würzburg, im April 1881.

Inhalts-Verzeichniss.

Luft.

Verdichtete und verdünnte Luft.

Von der Beobachtung ausgehend, dass die stark verdichtete Luft z. B. der Taucherglocken, und die stark verdünnte Luft z. B. auf sehr hohen Bergen bestimmte physiologische Wirkungen auf den Körper ausüben, glaubte man, diese Wirkungen bei manchen krankhaften Körperzuständen anwenden zu müssen, und construirte daher eigene Apparate, mittelst deren man bequemer und leichter, als in den angegebenen Orten, einzelne Organe oder den ganzen Körper einer unter verschieden hohem Druck stehenden Luft aussetzen konnte. Zu ersterem Behuf, um verdünnte und verdichtete Luft zunächst nur auf Lungen und Herz einwirken zu lassen, dienen jetzt die sogenannten tragbaren (transportablen) pneumatischen Apparate; zu letzterem Behuf, um den ganzen Körper dieser Wirkung zugänglich zu machen, setzt man den ganzen Kranken in pneumatische Glocken (Kammern).

Die transportablen pneumatischen Apparate haben vor den pneumatischen Glocken den Vortheil, viel billiger, zum Theil leicht transportirbar, sehr leicht auf einzelne Körpertheile in ihren Einwirkungen localisirbar zu sein, und haben desshalb eine weit ausgebreitetere Anwendung gefunden, als die letztgenannten. Im Uebrigen haben, wie schon jetzt bemerkt werden muss, der transportable Apparat und die Glocke so verschiedene physiologische Wirkungen, dass eigentlich von einer Concurrenz des einen gegen den anderen nicht die Rede sein kann, und dass der leidenschaftliche Kampf einiger Besitzer von pneumatischen Glocken gegen den transportablen Apparat weder von wissenschaftlichem noch practischem Gesichtspunkte aus einen Sinn oder eine Berechtigung hat.

Die tragbaren pneumatischen Apparate wirken mechanisch durch die Druckunterschiede, welche die aus dem Apparat bezogene Luft auf das Innere des Brustraums, und gleichzeitig die atmosphärische Luft auf die Körperoberfläche ausübt; in den pneumatischen Glocken dagegen herrscht nur kurze Zeit eine Druckdifferenz zwischen der Luft mancher innerer und der mancher äusserer, der verdichteten Luft schneller zugänglicher Organe; sehr bald findet

ein völliger Ausgleich zwischen innerem und äusserem Druck statt. Desshalb wirken höhere Drucke in den Glocken auf Lunge und Herz nicht so stark, wie niedrigere Drucke in den transportablen Apparaten. Die transportablen Apparate wirken auf das Innere des Brustraums (Athmung und Herz) viel stärker, als die Glocken; dagegen wirken letztere nicht wie erstere auf ein begrenztes Körpergebiet, sondern auf den gesammten Körper ein. Während endlich der transportable Apparat sich vor der Glocke auszeichnet durch seine stärkeren mechanischen Wirkungen, überragt letztere den ersteren durch seine chemischen Wirkungen.

Dass übrigens die pneumatische Methode zum Theil durch einfache Tief- und Langathmung zu ersetzen ist, wird am Schluss dieses Abschnitts nachzuweisen versucht werden.

Die tragbaren pneumatischen Apparate.

Ein Vorläufer der tragbaren pneumatischen Apparate ist der 1857 von Brösicke in Berlin angegebene Apparat zur Lungengymnastik: eine grössere Wulf'sche Flasche, halb mit Wasser gefüllt mit 2 Röhren; aus der nicht in das Wasser tauchenden athmet der Kranke, wie aus einer türkischen Wasserpfeife, also etwas verdünnte und feuchte Luft ein. Obwohl seit der Einführung des ersten eigentlichen transportablen pneumatischen Apparates durch Hauke in Wien (1870) erst 10 Jahre verflossen sind, ist die Zahl der in verschiedenen Modificationen später construirten gleichen Apparate bereits Legion geworden. Ein Theil derselben erwies sich jedoch sogleich wieder als unbrauchbar, weil der von ihnen gelieferte Luftdruck entweder zu klein, oder nicht gleichmässig, oder nicht genau bestimmbar war.

Da die physiologischen sowie die therapeutischen Wirkungen und Erfolge bei allen brauchbaren Apparaten die gleichen sind, hat hinsichtlich der Beliebtheit eigentlich nur die Billigkeit und Bequemlichkeit zwischen den einzelnen einen Unterschied gemacht; es genügt daher auch eine kurze Angabe der wesentlichen Vorzüge und Mängel der beliebteren.

1) Die einfachen Apparate.

Der verbesserte neue Waldenburg'sche Apparat (vgl. Fig. 1.)[1]) besteht aus einem oben geschlossenen, nach unten offenen Cylinder A, welcher in einem zweiten äusseren oben offenen und unten geschlossenen Cylinder B steht; beide haben eine Höhe von 1 Meter und einen Durchmesser von 27, bzw. 30 Centimetern. Der äussere Cylinder ist an seinem oberen Ende sehr verbreitert, so dass dort der Durchmesser 54 Centimeter, das Doppelte des Durch-

[1]) Derselbe kostet bei Instrumentenmacher Messter in Berlin (Friedrichstrasse 49) 120 Mark.

messers des innern Cylinders beträgt. Von dem äusseren Cylinder A gehen 3 Eisenstäbe von über 1 M. Länge in die Höhe, oben durch einen metallenen Reifen mit einander verbunden und an ihrer Spitze je eine hölzerne Rolle tragend. Ueber diese Rollen laufen die den inneren Cylinder in die Höhe hebenden Schnüre; diese Schnüre sind an den dem inneren Cylinder entspringenden Metallstäben (c) befestigt, welche an ihrem äusseren Ende gabelartig die Eisenstangen umfassen und so dem inneren Cylinder einen sicheren verticalen Gang erhalten. Die Schnüre haben an ihrem freien Ende Haken, an welche Gewichte aufgehängt werden können. An den Eisenstäben sind ausserdem noch in einer Höhe von 0,83 M. Klammern (d) angebracht, welche ein weiteres Hinaufgehen des inneren Cylinders verhüten. Der Deckel des inneren Cylinders ist nicht an der oberen Umrandung desselben, sondern 8 Ctm. unterhalb, so dass dadurch ein schüsselartiger Raum zur Aufnahme von Gewichten gebildet wird. An demselben Deckel des inneren Cylinders finden sich 2 Oeff-

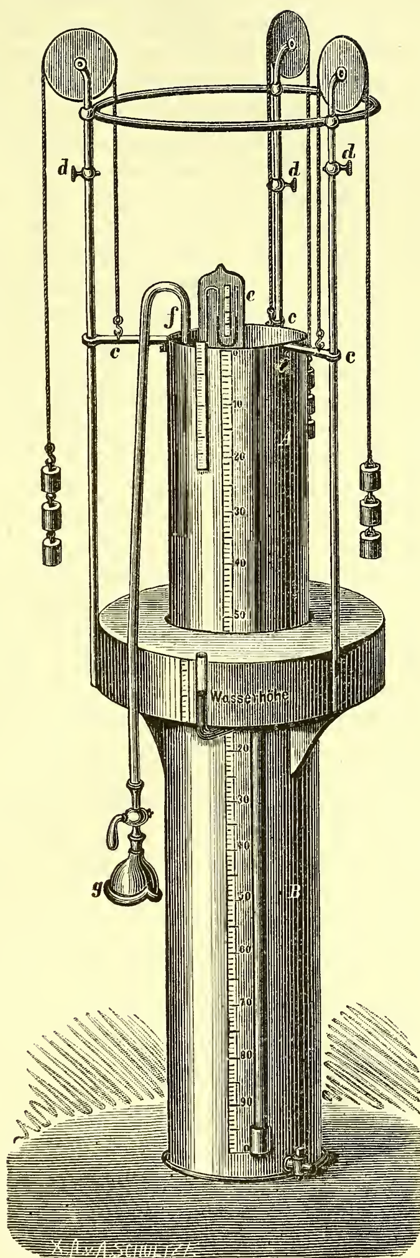


Fig. 1.

nungen; die eine wird mit einem Quecksilbermanometer (e), die andere (f) mit einem Schlauch und der Athemmaske in Verbindung gebracht. Längs des inneren Cylinders ist eine Centimetereintheilung angebracht. Der äussere Cylinder wird bis auf 8 Ctm. unterhalb des oberen Randes mit Wasser gefüllt (die Stelle ist durch einen Strich seitlich der auch am äusseren Cylinder angebrachten Centimetereintheilung bezeichnet) und ist mit einer mit dem Innern communicirenden Glasröhre zum Ablesen seines Wasserstandes versehen. — Die Gesichtsmaske (g) sitzt in einer messingenen Röhre und diese ist mit dem zum Apparat führenden Kautschukschlauch verbunden; in der Röhre ist ein ⊢förmig durchbohrter Hahn mit hinreichend weiter Lichtung, durch dessen Drehung die an die Maske gepressten Mund und Nase entweder nur mit der Luft des inneren Cylinders unter Abschluss der äusseren Atmosphäre, oder nur mit letzterer bei völligem Verschluss des Apparates in Verbindung stehen. Die Gesichtsmasken sind in dreierlei Grössen zu haben; für Erwachsene passt die mittlere am besten. Es wird durch dieselben Mund und Nase dicht eingeschlossen.

Die Anwendungsweise ist folgende. Um die Luft *verdichtet* (comprimirt) zu erhalten, wird bei geöffnetem Hahn der Maskenröhre durch an die Schnüre jenseits der Rollen anzuhängende Gewichte oder durch das Anziehen der Schnüre mit der Hand der innere Cylinder in die Höhe bis zu den Klammern (d) gehoben und mit Luft gefüllt. Hierauf wird der Hahn geschlossen, und werden die an die Schnüre gehängten Gewichte wieder entfernt und dafür auf den Deckel des inneren Cylinders gelegt. Hierdurch und durch das eigene Gewicht des inneren Cylinders wird die in diesem befindliche Luft zusammengepresst (den Grad der Compression kann man am Manometer ablesen), und das Wasser aus dem inneren mehr in den äusseren Cylinder getrieben, in welch' letzterem es desshalb in die Höhe steigt. Die Luftcompression kann bis auf $1/32$ Atmosphäre gesteigert werden, ohne dass das Wasser des äusseren Cylinders überläuft. Lässt man aus der an den Mund gepressten Maske einathmen, so sinkt der innere Cylinder herab, die Luft immer in gleicher Stärke comprimirend, bis sein unterer Rand schliesslich auf den Boden des äusseren Cylinders herabgesunken ist. Die im inneren Cylinder enthaltene Luft reicht je nach der Capacität der Lunge für 5—30 Ein-, beziehungsweise Ausathmungen.

Will man umgekehrt die Luft im Innern des Apparates *verdünnt* gebrauchen lassen, so drückt man zuerst den inneren Cylinder bei geöffnetem Hahn so weit herunter, bis er ganz im Innern des äusseren Apparates verschwindet, und bis alle Luft aus ihm entwichen ist. Hierauf wird der Maskenhahn wieder verschlossen und werden an die Hacken der über die Rollen gezogenen Schnüre Gewichte gehängt. Wenn dieselben schwerer sind, als der 10 Pfund wiegende innere Cylinder, so werden sie diesen letzteren in die

Höhe zu ziehen streben und hierbei natürlich der in seinem Innern befindlichen Luft einen grösseren Raum schaffen und dieselbe demnach verdünnen, um so stärker verdünnen, je mehr Gewichte angehängt wurden. Der Grad der Verdünnung ist ebenfalls am Quecksilbermanometer abzulesen; derselbe entspricht genau dem durch die Berechnung aus den angehängten Gewichten ermittelten Werthe. Setzt man nun die Lungen durch die Maske mit dem inneren Luftraum in Verbindung, so erfolgt eine Ansaugung der Lungenluft in den Apparat mit constant bleibender Kraft. Das Aufsteigen des Cylinders geht so lange fort, bis er an die an den Eisenstäben angebrachten Klammern (d) anstösst.

An der Centimetereintheilung des inneren Cylinders kann man ablesen, um wie viele Centimeter derselbe mit jedem Athemzuge gesunken oder gestiegen ist. Da der Rauminhalt des Cylinders für je 1 Ctm. Höhe 573 Kubikcentimeter beträgt, so lässt sich genau berechnen, wie viel Luft dem Cylinder entweder bei jeder Einathmung entzogen oder bei jeder Ausathmung hinzugefügt wird.

Hinsichtlich der Kraftwirkung des Apparates ist folgendes zu merken: Das Gewicht der Atmosphäre auf 1 Qu.-Centimeter Fläche ist gleich dem Gewicht von 1033 Grammen. Da die obere Fläche des inneren Cylinders eine Grösse von 572,8 Qu.-Centimetern hat, so ist sonach der Druck der Atmosphäre auf dieselbe = 1033 . 572,8 = 591,7 Kilogr. oder etwa 1183 Pfund. Hiernach lässt sich berechnen, welchem Atmosphärenüber- oder unterdruck jedes beliebige auf den Apparat gestellte oder angehängte Gewicht entspricht; zur leichteren Berechnung kann man statt 1183 rund 1200 Pfund setzen. Da der innere Cylinder des Apparates selbst 10 Pfund wiegt, so wirkt er zur Herstellung comprimirter Luft als 10 Pfund Druck = $^1/_{120}$ Atmosphäre. Will man also 20 Pfund Druck = $^1/_{60}$ Atmosphäre haben, so hat man nur noch 10 Pfund auf den Cylinder zu legen u. s. f. Die Wirkung für Luftcompression am Apparat beginnt also erst bei $^1/_{120}$ Atmosphäre. Aus den gleichen Gründen muss man, um verdünnte Luft herzustellen, erst 10 Pfund zur Gleichgewichtsstellung mit dem Cylinder, also jedesmal 10 Pfund mehr anhängen, um den gewünschten Druck zu erhalten. Will man z. B. $^1/_{40}$ Atmosphäre Luftverdünnung, so darf man nicht blos 20, sondern muss 30 Pfund anhängen.

Demnach entsprechen für verdichtete bzw. verdünnte Luft folgende auf den Cylinder aufgelegte bzw. an die Schnüre gehängte Gewichte den nachfolgend angegebenen ± Drucken[1]):

[1]) In Folgendem verstehen wir unter dem Zeichen + den Ueberdruck über eine Atmosphäre, also den Grad der Luftverdichtung; unter dem Zeichen — den Grad des niedrigeren Luftdrucks, d. i. der Luftverdünnung gegenüber dem gewöhnlichen Atmosphärendruck (760 Mm.). $^1/_{120}$ oder + $^1/_{120}$ Atmosphäre bedeutet also so viel, wie 1 + $^1/_{120}$ = $^{121}/_{120}$ Atmosphärendruck; ebenso bedeutet — $^1/_{40}$ Atmosphäre oder $^1/_{40}$ Atmosphärenluftverdünnung so viel, wie 1 Atmosphärendruck weniger $^1/_{40}$ Atmosphärendruck = 1 — $^1/_{40}$ = $^{39}/_{40}$ Atmosphäre.

Auf den Cylinder gelegte Pfundsteine.	An die Schnüre angehängte Pfundsteine.	= ± Atmosphärenüber oder unterdruck	= ± Quecksilberdruck. Millim.	= ± Wasserdruck. Ctm.
2	12	$^1/_{100}$	7,6	10,3
5	15	$^1/_{80}$	9,5	13,0
7	17	$^1/_{70}$	10,9	14,8
8	18	$^1/_{66}$	11,4	15,3
10	20	$^1/_{60}$	12,6	17,2
14	24	$^1/_{50}$	15,2	20,6
15	25	$^1/_{48}$	15,8	21,5
17	27	$^1/_{44}$	17,1	23,3
20	30	$^1/_{40}$	19,0	26,5
23	33	$^1/_{36}$	21,1	28,7
25	35	$^1/_{34}$	22,1	30,3
26	36	$^1/_{33}$	22,8	31,0
30	40	$^1/_{30}$	25,3	34,4
32	42	$^1/_{28}$—$^1/_{29}$	26,6	36,3
35	45	$^1/_{26}$—$^1/_{27}$	28,4	38,7
38	48	$^1/_{25}$	30,4	41,3
40	50	$^1/_{24}$	31,6	43,0
45	55	$^1/_{22}$	34,7	47,3
50	60	$^1/_{20}$	38,0	51,6

Der in dieser Tabelle angegebene Quecksilber- und Wasserdruck entspricht dem absoluten Druck bei mittlerem Barometerstand. Die Glasröhre am äusseren Cylinder zeigt, was wohl zu merken, nicht diesen Wasserdruck, sondern bezeichnet nur die Höhe des Wasserstandes im äusseren Cylinder. Man muss noch den Wasserstand im inneren Cylinder berechnen; die Differenz beider Wasserstandshöhen ist gleich dem Wasserdruck.

Wenn man den Apparat als Spirometer benutzen will, so hängt man 10 Pfund an die Schnüre des Apparats, um den inneren Cylinder zu äquilibriren; dieser bleibt dann auch bei offenem Hahn in jeder Höhe im Gleichgewicht. Jeder Theilstrich der kleineren seitlichen Scala des innern Cylinders entspricht 100 Kubikcentimetern Rauminhalt. Man bläst dann am besten unmittelbar durch den in den Mund gesteckten Kautschukschlauch in den Apparat.

Ganz dem Waldenburg'schen Apparat nachgebildet ist der kleinere und billigere Tobold'sche[1]), sowie der Schnitzler'sche[2]) einfache Respirationsapparat; letzterer bietet einige Verbesserungen dar: so z. B. ein bequemeres Anbringen der Gewichte; ferner dass

[1]) Derselbe kostet 90 Mark. Instrumentenmacher Windler, Berlin, Dorotheenstrasse 3.

[2]) Derselbe kostet 150 Mark. Hofmechaniker W. J. Hauck, Wieu, Wieden, Kettenbrückengasse 20.

der Athmungsschlauch mit dem steigenden und sinkenden inneren Cylinder nicht auch den Platz wechselt, dass der innere Cylinder bereits äquilibrirt ist und endlich, dass sein Manometer auch als Pneumatometer benutzt werden kann.

Die sehr billigen und praktischen Biedert'schen Rotationsapparate[1]). Der grosse (Fig. 2. u. 3.) besteht in einem cylinderförmigen, ziehharmonikaartig gebauten mit hölzernen Deckeln

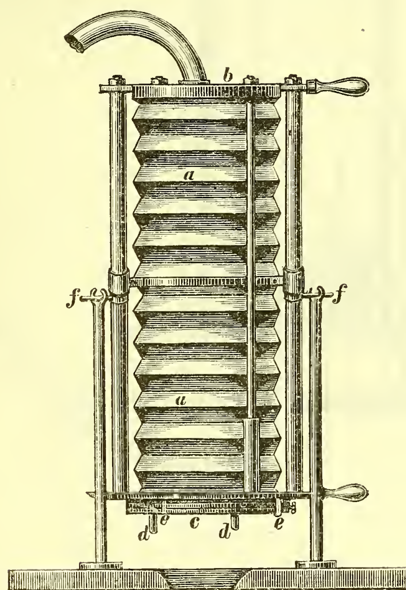


Fig. 2.

geschlossenen Balg, ist in einem Eisengestell aufgehangen, um seine Längsaxe drehbar und an dem einen Ende mit Schlauch und Mundmaske verbunden. Auf den einen Deckel werden scheibenförmige Gewichte aufgeschnallt; je nachdem dieselben mit dem

[1]) Erklärung zu Biedert's grösserem Rotationsapparat. In Fig. 2. ist der Balg mit Luft gefüllt, in Fig. 3. entleert. aa der 50 Ctm. hohe, 20 Ctm. im Durchmesser habende Balg, oben durch einen in Fig. 2. deutl. Holzdeckel (b) geschlossen, unten die plattenförmigen Gewichte c tragend. d eiserne Stifte, in welche die plattenförmigen Gewichte gesteckt werden. e Lederriemen, mit denen die Gewichte festgeschnallt werden. f Achse, um welche der Apparat gedreht wird. Das Uebrige ergiebt die einfache Betrachtung. Der grosse Rotationsapparat kostet bei Instrumentenmacher Jochem in Worms a. Rh. 42 Mark, der kleine 20 Mark.

Balg nach oben oder unten gedreht werden, drücken sie ihn entweder zusammen und verdichten die in ihm enthaltene Luft, oder streben, ihn in die Länge zu dehnen, also seine Innenluft zu verdünnen. Der Grad der Luftverdichtung und -verdünnung kann

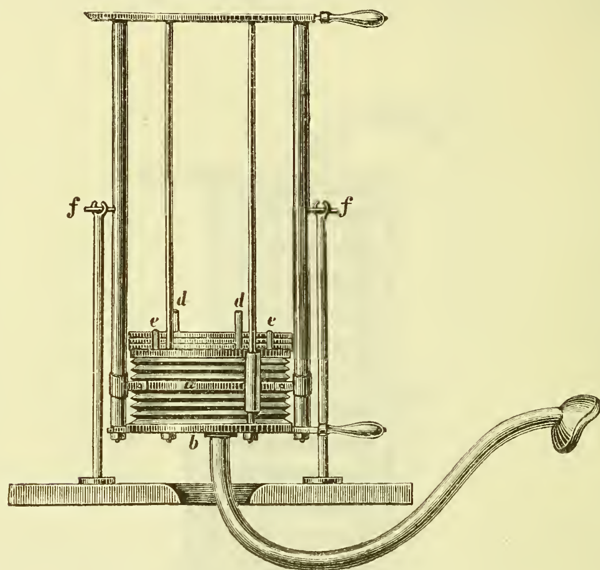


Fig. 3.

nicht an einem Manometer abgelesen werden; aber der Apparat ist auf seine Gewichte mit ziemlicher Genauigkeit graduirt, und diese entsprechen folgenden ± Druckgraden.

2,5	Pfund	=	$^1/_{144}$	Atmosphärendruck	=	5	Mm.	Quecksilber,
5,0	„	=	$^1/_{92}$	„	=	8	„	„
10,0	„	=	$^1/_{54}$	„	=	14	„	„
20,0	„	=	$^1/_{29}$	„	=	26	„	„
30,0	„	=	$^1/_{20}$	„	=	38	„	„

Man beginnt mit 5—10 Pfund und steigt immer um 2,5 Pfund.

Bei dem kleineren von Biedert construirten Rotationsapparat wird der Balg an einen Tischrand angeschraubt; der Balg mit den aufgeschnallten Gewichten oben, wenn man comprimirte; unten, wenn man verdünnte Luft anwenden will.

Das sinnreiche Geigel'sche Schöpfradgebläse[1]) besteht aus 2 Haupttheilen: einem äusseren aus Eisenblech luftdicht zusammengefügten und bis zu einer bestimmten Höhe W mit Wasser gefüllten Gehäuse (Mantel) M, in dessen Innern ein senkrecht stehendes Rad, das Zellenrad oder Schöpfrad (Z) bei seinen von Aussen bewirkten Umdrehungen mittelst eigener zellenartiger Räume (Z 1—12) Luft durch eine Wasserschicht hindurch in den inneren Haupttheil, eine eiserne Glocke (von unten weiter, oben enger Oeffnung) einpumpt. Schliesst man die obere Oeffnung der letzteren, so sammelt sich bei fortwährender Umdrehung des Zellenrades immer mehr Luft in dem Glockenraum an; hierdurch wird

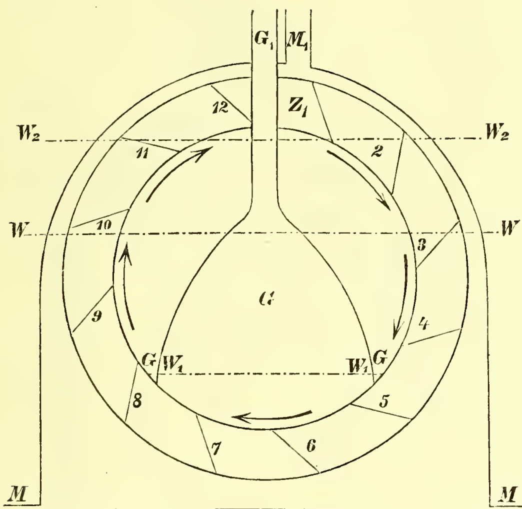


Fig. 4.

das ursprünglich bis zur Wasserlinie WW in demselben befindliche Wasser durch die untere Glockenmündung GG verdrängt und geht in den Mantelraum über. Wenn auf solche Weise mit dem zunehmenden Umfange der Luft im Glockenraume die Wasserhöhe in demselben beispielsweise bis zur Linie $W_1 W_1$ sinken muss, so steigt auf der anderen Seite im Mantel gleichzeitig der Wasserspiegel proportional der aus der Glocke verdrängten Wassermasse bis zur Linie $W_2 W_2$. Der auf solche Weise erzeugte Unterschied in der Höhe der beiden Wasserstände ergiebt unmittelbar den Atmosphärendruck, der auf der Luft des Glockenraumes lastet, oder

[1]) Zu beziehen von Prof. Wilh. Hess, Vorstand der mechan. Abtheilung der K. Kreisgewerbeschule Würzburg, der kleine Schöpfradventilator für 160 Mark, der einfache grosse Schöpfradventilator für 480 Mark, der doppelte für 900 Mark.

das Maass der Spannung, welche dieselbe von einer Wassersäule erleidet, deren Höhe jenem Unterschiede gleich ist. Wird jetzt die Glocke oben (bei G_1) geöffnet, so strömt hier die in solcher Weise gespannte, d. i. verdichtete Luft aus. Da aber durch entsprechende Umdrehungsgeschwindigkeit des Zellenrades dem Glockenraum immer wieder die gleiche Luftmenge welche oben ausströmt, von unten zugeführt wird, so kann der Luftdruck in der Glocke trotz Offenstehens des engen Glockenrohres constant auf einer beliebigen Höhe erhalten werden. Wird umgekehrt die Oeffnung M_1 des Mantelraumes geschlossen, während von Anfang an die Glockenmündung G_1 geöffnet bleibt, so wird durch Drehen des Zellrades in der angedeuteten Richtung die in dem Mantelraum befindliche Luft allmälig entfernt und in den Glockenraum übergeführt, aus dessen oberer Oeffnung sie sogleich wieder entweicht. Es entsteht somit im Mantelraum eine Luftverdünnung, wodurch der Wasserspiegel in diesem angesaugt wird und steigt, während er in der Glocke fällt. Diese Verdünnung entspricht ebenso, wie bei der vorherigen Verdichtung der Differenz des Höhenstandes beider Wasserspiegel. Analog dem früheren Vorgange bleibt diese Verdünnung nach Wiedereröffnung von M_1 constant, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit des Zellrades und somit die Luftförderung der Zellen aus dem Mantelraume der durch M_1 immer wieder neu einströmenden Luftmenge proportional ist.

Da die Differenz der Wasserspiegel eine Höhe von 515 Mm. erreichen kann, so kann man mittelst des Geigel'schen Ventilators beliebige Luftspannungen in positivem und negativem Sinne bis zu $^1/_{20}$ Atmosphärendruck erzeugen. Die Luftmenge, welche durch 1 Umdrehung des Schöpfrades (= 10 Umdrehungen der an der äusseren Mantelfläche angebrachten und die Drehung des Schöpfrades vermittelnden Kurbel) in die Glocke befördert wird, beträgt 32 Liter. Wenn man daher in der Minute nur 2 Umdrehungen des Schöpfrades oder 20 Umdrehungen der Kurbel bewirkt, so beträgt die von dem Apparat in der Secunde gelieferte Luftmenge von beliebiger Spannung über 1 Liter, eine vollständig zu pneumato-therapeutischen Zwecken hinreichende Menge, welche aber jederzeit durch schnelleres Drehen gesteigert werden kann. Die grösstmögliche Wirkung des Apparats wird erreicht, wenn das Schöpfrad 3 mal in der Minute (= 30 Kurbeldrehungen) umgedreht wird; bei dieser Maximalleistung werden 96,000 Ccm. Luft in der Minute gefördert; ein gesunder Mann von der enormen Lungencapacität von 5000 Ccm. kann aber in 1 Minute höchstens 50,000 Ccm. einathmen, Kranke höchstens 30,000 Ccm.

Der grössere Geigel'sche schwer transportirbare Apparat hat eine Höhe von 1 M., eine Breite von 0,97 M. und eine Tiefe von 0,27 M.; sein Gewicht ohne Wasserfüllung beträgt einschliesslich der vollen Armatur 160 Kilo. Der kleine leicht tragbare Apparat dagegen hat nur eine Höhe und Breite von 0,6 M., Tiefe von

0,28 M. und ein Gewicht von 30 Kilo; dafür kann die Spannung der Glockenluft auch nur auf höchstens $^1/_{40}$ Atmosphärendruck gebracht werden.

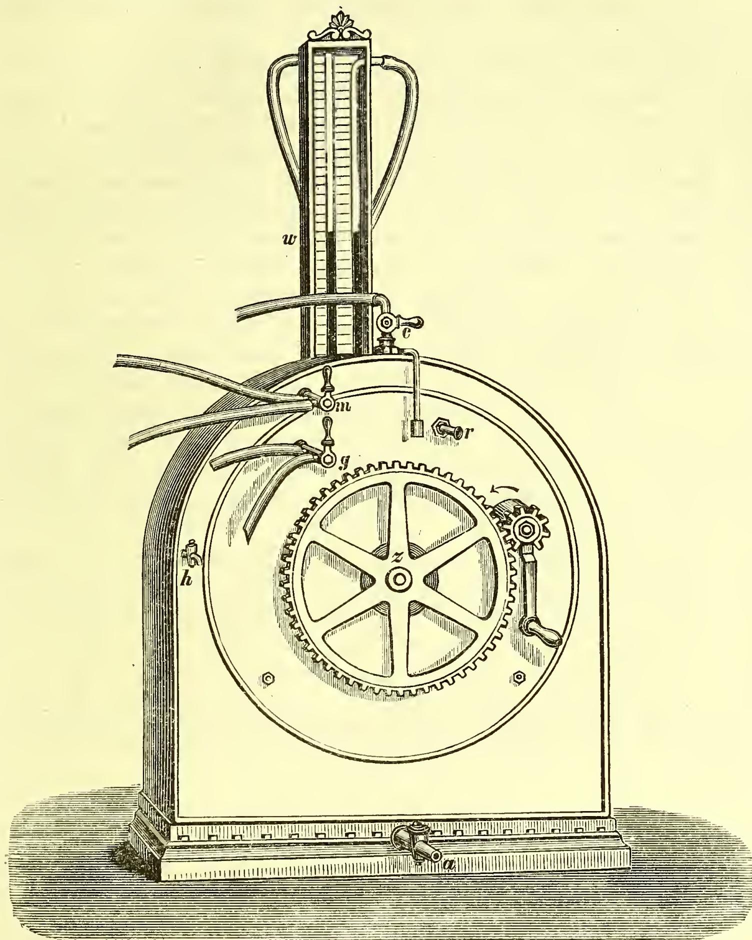


Fig. 5. Geigel's Schöpfradgebläse. e. Einströmungshahn, durch den die äussere Luft in den Mantelraum gelangt. g. Glockenventil, aus welchem u. A. die verdichtete Luft des Glockenraumes bezogen wird. m. Mantelventil, in welches u. A. in den verdünnten Luftraum des Mantels ausgeathmet wird. r. Reserveventil des Glockenraumes, welches z. B. bei Benutzung verdünnter Luft geöffnet wird. h. Höhe des Wasserspiegels bei Ruhe des Apparates. a. Hahn zum Abfliessenlassen des Wassers. z. Mit dem inneren Schöpfrad in Verbindung stehendes Zahnrad. W. Doppeltes Wassermanometer.

Der Hauke'sche erste, eigentlich nur für die Behandlung des Lungenemphysems und Croups gebaute Apparat, in welchem die Füllung oder Entleerung des Luftbehälters durch einen Blasebalg,

die Grösse des Druckes durch eine Wassersäule bewirkt wird, hat hauptsächlich die Nachtheile, dass die von ihm ausgeübten Drucke zu niedrig (bis kaum $^1/_{40}$ Atmosphäre) und inconstant sind, und dass, wie auch beim Geigel'schen, ein eigener Diener zur Handhabung nöthig ist.

Der Störk'sche Schwing- oder Schaukelkessel, der auf dem Princip communicirender Röhren beruht und aus einem Doppelkessel besteht, der mittelst einer Achse sehr leicht nach rechts und links geneigt werden kann, dessen beide Hälften nur unten mit einander in Verbindung stehen. Der eine Kessel ist oben geschlossen, der zweite offen. Wenn der Kessel nach der offenen Seite hin geneigt wird, so fliesst ein Theil des in der Ruhelage sich befindenden Wassers aus der geschlossenen Luftkessel- in die offene Kesselhälfte; in Folge des hierdurch in dem ersteren entstehenden grösseren Luftraums muss die darin befindliche Luft ausgedehnt (verdünnt) werden. Pendelt man sodann den Apparat nach der anderen Seite zum Luftkessel hin, so strömt jetzt soviel Wasser aus dem Reservoir zum Luftkessel, als die nun eintretende Luftcompression zulässt. Bei der Neigung des Apparats nach der Luftkesselseite athmet man verdichtete Luft ein; bei der Schwingung gegen den offenen Theil (Wasserbehälter) athmet man in verdünnte Luft aus.

Fränkel's billiger pneumatischer Apparat[1]) hat die Gestalt und den Balg einer Ziehharmonika; zieht man diesen auseinander, so verdünnt, drückt man ihn zusammen, so verdichtet man die in ihm enthaltene Luft und kann dann nach Belieben entweder die eine ein- oder in die andere ausathmen. Die Grösse der zu erzielenden ± Drucke hängt einzig von der Kraft, bzw. Kraftentfaltung des den Apparat selbst dirigirenden Kranken oder des Gehülfen ab.

2) Die Doppelapparate.

Um die nach einer verhältnissmässig kleinen Zahl von Athemzügen immer wieder nothwendig werdende und Zeit kostende Neufüllung der nach dem Waldenburg'schen Princip gebauten Apparate zu umgehen; aber auch, um die Möglichkeit zu gewähren, abwechselnd und unmittelbar auf einander folgend verdichtete Luft ein- und in verdünnte Luft ausathmen zu können (combinirte Athmungsmethode); ferner auch, um nicht aus demselben Cylinder einathmen zu müssen, in den vorher ein Anderer seine Lungenluft entleert: hat man eigene Doppelapparate construirt, oder zu demselben Behuf 2 einfache in geeigneter Weise mit einander verbunden, welche allen diesen Wünschen gerecht, dadurch aber weniger oder viel schwerer trag-

[1]) Derselbe kostet mit Einschluss der Verpackung nur 12 Mark. Instrumentenmacher Rudolf Detert, Berlin, Französische Strasse 53.

bar werden. Der zuerst von Cube construirte besteht aus 2 neben einander in einem hölzernen Rahmen befestigten dem Waldenburgschen ähnlichen einfachen Apparaten, aus deren einem der Kranke verdichtete Luft einathmet, in deren anderen, die Luft verdünnt enthaltenden er ausathmet. Weil[1]) verknüpfte geradezu 2 kleine Waldenburg'sche Apparate durch eine über eine Rolle laufende Schnur so mit einander, dass immer der eine steigt und sich mit Luft füllt, während der andere leergeathmet wird und sinkt. Indem nun die Gewichte des herunter gesunkenen letzteren auf ersteren übertragen werden, kann dieser sogleich wieder zum Einathmen weiter benutzt werden; während nun dieser wieder sinkt, steigt jener; und so kann continuirlich verdichtete und bei umgekehrter Anwendung verdünnte Luft verwendet werden. Auch Geigel verband 2 seiner Schöpfradventilatoren mit einander zu einem Doppelapparat, aber natürlich nur zum Behuf combinirter Einathmung verdichteter und Ausathmung in verdünnte Luft, da eine continuirliche Athmung schon mit seinem einfachen Ventilator ermöglicht wird.

Die meisten Pneumotherapeuten haben weder von der continuirlichen, noch von der combinirten Athmung besondere Vortheile gesehen und halten desshalb die Doppelapparate für überflüssig; namentlich hat Waldenburg nachzuweisen gesucht, dass durch die combinirte Methode keineswegs eine stärkere Lungenlüftung erzielt wird, wie man von vornherein glauben sollte, als bei der einfachen Einathmung verdichteter, oder der einfachen Ausathmung in verdünnte Luft (vgl. S. 20).

3) Nebenapparate.

Um eine gut schliessende Verbindung der die verdichtete und verdünnte Luft leitenden Schläuche mit dem Mund und der Nase herzustellen, wendet man am zweckmässigsten Mund- oder Mund-Nasen-Masken (für jeden Kranken eigene) an, welche sich vermöge eines Randpolsters gut an das Gesicht anschliessen. Weniger vortheilhaft und weniger empfehlenswerth sind die in den Mund zu steckenden Mundstücke. Unter allen Umständen müssen die zuleitenden Schläuche ein weites Lumen haben, um die Druck- und Zugwirkungen der zugeleiteten Luft nicht abzuschwächen; gleich weit, wie die Schläuche, müssen auch die Ansatzröhren und die Bohrlöcher an den Masken sein.

Um die zu athmende Luft in kalten Wintern zu erwärmen und um medicamentöse Dämpfe derselben beizumengen, kann man zwischen den Apparat und die Maske eine Wulff'sche Flasche einschalten und die Luft vor der Verwendung durch das in derselben befindliche erwärmte oder mit Arzneien geschwängerte

[1]) Der Weil'sche Doppelapparat kostet nur 90 Mark bei Instrumentenmacher Messter in Berlin, Friedrichsstrasse 99.

Wasser strömen lassen; zu letzterem Behuf kann auch der von Biedert angegebene Medicamentenköcher, ein ebenfalls zwischen Apparat und Mundstück eingeschalteter und mit Schwamm gefüllter Glascylinder verwendet werden. (Vgl. übrigens S. 15.)

Um ganz reine Luft in den Apparat zu bekommen, lässt man am zweckmässigsten die von ausserhalb des Fensters bezogene Luft zuerst durch einen mit Watte gefüllten Trichter oder einen mit Watte gefüllten und in mehrere Kammern getheilten Kasten hindurchstreichen.

Da man am besten im Sitzen die Athmungen vornimmt und da das lange Halten und Anpressen der Masken auf die frei gehaltenen Arme bald stark ermüdend wirkt, hat man für einen mit hoher Lehne zum bequemen Aufsetzen der Ellenbogen versehenen Sessel zu sorgen.

Hier darf auch nicht unterlassen werden zu erwähnen, dass es behufs ordentlicher Leitung der pneumatischen Behandlung unerlässlich ist, mittelst des Pneumatometers vor und während der Behandlung von Zeit zu Zeit die Kraft der Ein- und Ausathmung und mittelst des Spirometers die vitale Lungencapacität zu messen.

4) Gebrauchsweise der Apparate.

Die Luft für die Apparate wird am besten von ausserhalb des Zimmers durch eine Schlauchleitung bezogen und von jedem anhaftenden Staube durch Watte, die man in jenen Schlauch mittelst eines geeigneten mehrfach gekrümmten Behälters einschaltete, befreit. Am zweckmässigsten lässt man den Kranken während der Athmungen sich sehr bequem mit angelegtem Rücken setzen, aber so, dass die Freiheit im Athmen nicht beengt wird. Die Dauer einer Sitzung lässt man von 50 allmählig bis auf 100 und 150 Athemzüge steigen, indem man immer das Behagen oder Unbehagen, den guten oder weniger guten Erfolg zum Maassstab der Dauer nimmt. Alle 30—50 Athemzüge lässt man den Kranken 1—5 Minuten aussetzen und in dieser Pause im Freien promeniren. Ueberhaupt muss jeder Kranke unmittelbar nach der Anwendung des Apparates sich in das Freie (nicht auf staubige Strassen, sondern in staubfreie Anlagen) begeben. Einer etwaigen Ansteckungsmöglichkeit bei gleichzeitiger Behandlung mehrerer Kranken mit 1 Apparat beugt man am besten dadurch vor, dass man jedem Kranken seine eigene Maske kaufen und nur diese von ihm benutzen lässt. Das häufig zu wechselnde Wasser der Apparate sichert man vor Infection und Fäulniss am zweckmässigsten durch Beimischung von so viel Salicylsäure, als sich in demselben lösen lässt.

Man kann mit der pneumatischen Behandlung noch andere Verfahrungsweisen verbinden; wenn man z. B. die verdichtete Luft vorzugsweise auf die Lungenspitzen oder auf das Herz wirken

lassen will, schlägt Waldenburg Umwicklung des unteren Brustabschnittes mit breiten Schnürbinden vor. Bei sehr starker Ueberfüllung der Bronchien mit Schleim fand ich selbst einen viel rascheren Erfolg bei Combination der Einwirkung verdichteter Luft mit der activen Gerhardt'schen Compression der Brustflanken.

Eine gleichzeitige Verbindung der pneumatischen Behandlung mit einer Schwängerung der eingeathmeten verdichteten Luft mit flüchtigen oder verdampfenden Medicamenten (Terpentin-, Theer- u. s. w.) halte ich für eine unnütze und sogar gefährliche Spielerei; denn die Wirkung der Medicamente kommt auch bei der gewöhnlichen Inhalationsmethode zur Geltung; zudem wirkt nach Biedert die mit Medicamenten geschwängerte comprimirte Luft viel zu reizend ein und hat, wie er glaubt, bei einem seiner Kranken sogar eine Lungenentzündung hervorgerufen.

Physiologische Wirkungen.

Wir betrachten in Folgendem vorzüglich nur die Wirkungen eines ± Druckes von $^1/_{90}$—$^1/_{40}$ Atmosphäre (nach Waldenburg u. A.), da stärkere Drucke kaum je in Anwendung kommen dürfen.

1) Die Einathmung verdichteter Luft wirkt zunächst auf die Athmungsorgane ein. Sie verursacht sehr schnell ein eigenthümliches Gefühl von Völle und Dehnung in dem Brustraum, indem in der That die Lunge und damit der gesammte Brustraum stärker, als bei einer gewöhnlichen Einathmung, ausgedehnt wird, trotzdem dass dabei die Einathmungsmuskeln sich viel weniger anstrengen, als bei einer in gewöhnlicher Luft versuchten tiefen Einathmung. Die in die Lunge strömende verdichtete Luft wird durch die daselbst bereits befindliche im Beginn der Einathmung zuerst wieder verdünnt und erreicht erst gegen das Ende derselben den im Apparat ihr gegebenen Druck wieder. Die Menge der von den Lungen aufgenommenen und wieder ausgeathmeten Luft steigt bei diesen Einathmungen verdichteter Luft nach Waldenburg um 100—1000 Ccm., nach Speck in der Minute von 7—8000 auf 10,000 Ccm.; dementsprechend auch die Erweiterung des Thorax bis um fast 4 Ctm. des um denselben gelegten Centimetermaasses. Dass hierdurch auch eine ausgiebigere Lungenlüftung, Wegsammachung von durch Schleim verstopften Bronchien, Erleichterung des Auswurfs u. s. w. eintreten kann und muss, versteht sich fast von selbst. Ferner wächst die In-, wie die Exspirationskraft und zwar nicht nur während der pneumatischen Behandlung, sondern bleibend für lange Zeit; das gleiche gilt für die in Folge der Behandlung eintretende Erhöhung der vitalen Lungencapacität (namentlich bei Lungenkranken mit vorher verminderter Lungencapacität). — Werden allerdings zu hohe Drucke (über + $^1/_{40}$ Atmosphäre) angewendet, dann können auch schwere Störungen entstehen: in Folge zu heftiger Blähung

Verlust der Elasticität des Lungengewebes, Lungenemphysem; bei Krankheiten des Lungengewebes und dadurch bedingten Unterschieden in den Dehnungsmöglichkeiten der gesunden und kranken Lungentheile hat man sogar Zerreissung von Gefässen und tödtlichen Blutsturz eintreten sehen.

Auf Herz und Kreislauf hat schon die natürliche Athmung in der freien Luft einen genau zu bestimmenden Einfluss; während der Einathmung ist die Lungenluft in einem verdünnten Zustand und übt desshalb eine Saugwirkung auf das Gefässsystem aus, so dass während derselben das Venenblut schneller und leichter vom Kopf und Rumpf in den Brustkasten und das Herz abfliesst und dieses selbst sich leichter ausdehnt; gleichzeitig findet jedoch die Ausstossung des Blutes aus dem Herzen mit geringerer Kraft statt und es sinkt daher immer während der Einathmung der Druck im Aortensystem. Erst am Ende der Einathmung wird der Lungenluftdruck dem äusseren atmosphärischen gleich, und mit diesem Moment hört die inspiratorische Kreislaufsveränderung auf. Beim Ausathmen umgekehrt üben natürlich die zusammenfallenden Brustwandungen einen Druck auf die Lungenluft aus, diese wird verdichtet; es entsteht damit gleichzeitig ein Druck auf das Herz und die Gefässe, das Venenblut kann nur schwer in die Brust und das Herz abfliessen, die Körpervenen schwellen an, die Herzcontractionen geschehen kräftiger, ohne aber viel Blut ins Arterienrohr pressen zu können; alle diese Erscheinungen treten namentlich bei forcirten Ausathmungen (Niesen) oder bei zugehaltenen Ausflussöffnungen der Luft (Mund und Nase) viel deutlicher hervor.

Hinsichtlich der Einwirkungen der verdichteten Luft auf den Kreislauf herrschen zwischen den Angaben der Autoren, je nachdem sie ihre Beobachtungen an Menschen oder an Thieren (Hunden) angestellt, scheinbar grosse Widersprüche. Waldenburg kam bei Menschen zu folgenden Ergebnissen: Wird verdichtete Luft eingeathmet, so sinkt natürlich der negative Lungendruck viel weniger, als bei der gewöhnlichen Einathmung, weil die verdichtete Luft unter einem bedeutenden Druck einströmt; es findet daher fast gar keine ansaugende Wirkung auf die Blutmasse der Körpers und des Herzens statt und namentlich deutlich am Ende der Einathmung lastet umgekehrt der ganze Druck der verdichteten Luft auf den Kreislaufsorganen. Es sind die Circulationsveränderungen bei Einathmung verdichteter Luft daher gleich denen einer gewöhnlichen Ausathmung in die freie Luft: der Abfluss des venösen Blutes in das rechte Herz wird vermindert, die Venen des Halses schwellen deutlich an und dem rechten Herzen wird eine geringere Blutmenge zugeführt; die Herzsystole wird kräftiger, geht bzw. leichter vor sich; die Herztöne werden lauter, so dass die Blutfülle und der Druck im Aortensystem erhöht wird. Die Grösse der Pulswelle selbst ver-

hält sich verschieden von der Füllung des Arterienrohres; bei der ersten unter dem Einfluss der verdichteten Luft stattfindenden Systole wird eine grössere Blutwelle ins Aortensystem hineingeworfen, als dies normal der Fall wäre; der Puls wird desshalb grösser, ein Pulsus magnus. „Dauert nun aber der Einfluss der verdichteten Luft fort, so wird wegen Abnahme des der rechten Herzhälfte zuströmenden Venenblutes mit jeder folgenden Systole, bis ein Kreislaufsgleichgewicht eingetreten ist, immer weniger Blut aus der linken Kammer in die Aorta hineingepresst. Die Pulswelle muss desshalb kleiner werden; sie wird kleiner, obgleich das Arterienrohr umfänglicher, d. h. voller als normal ist. Ja es ist klar, dass gerade weil die Arterie gefüllter als gewöhnlich ist, das Hinzuströmen einer kleineren Blutmenge eine um so feinere Wellenerhebung bilden muss. Wir haben demnach während der Einathmung verdichteter Luft zuerst einen Pulsus magnus, dann einen immer kleineren Puls, selbst zum Pulsus parvus übergehend, bei trotzdem bestehenden Pulsus plenus“. Gleichzeitig bringt der auf den Lungencapillaren und den grossen intrathoracischen Gefässen lastende Druck dieselben zur Zusammenziehung, und es werden sowohl die Lunge, wie sämmtliche andere im Brustkasten liegende Organe, sämmtliche Herzkammern und -vorkammern und die grossen Gefässe blutleerer, der grosse Kreislauf wird stärker mit Blut gefüllt. Bei mangelnder Urinabsonderung in Folge niedrigen Aortendrucks wird daher durch Einathmung verdichteter Luft der letztere gesteigert und steigt Hand in Hand damit auch erstere wieder an (Rosenstein).

Biedert hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass ausser obigen rein mechanischen auch eine dynamische Wirkung der Einathmung verdichteter Luft durch die Reibung der kräftig ein- und ausströmenden Luft zu Stande komme, diese also als Reizmittel wirke. Sommerbrodt giebt hierzu nachfolgende nähere Ausführung: Jede intrabronchiale Drucksteigerung beim Menschen (sowohl durch verdichtete Luft, durch den Valsalva'schen Versuch, als auch durch Pressen, Husten, lautes Reden, Singen, Laufen u. s. w.) verursacht Reizung der sensiblen Lungennerven; durch diese wird reflectorisch einerseits Reizung der gefässerweiternden Nerven, Verminderung des Gefässtonus, Erweiterung der Blutbahn, Sinken des Blutdrucks, andererseits Schwächung des Herzhemmungssystems und Beschleunigung der Herzthätigkeit, ferner vermehrte Stromgeschwindigkeit des Blutes, Vermehrung der Harnabsonderung bewirkt. Nach S. ist der teleologische Sinn dieser combinirten Reflexwirkung der, dass die durch höheren intrabronchialen Druck gesetzten Kreislaufshindernisse übercompensirt werden, und dass beschleunigte Zufuhr von Sauerstoff und Bildungsmaterial für die bei ausgeprägteren Thätigkeitsäusserungen des Organismus (Singen, Pressen, Steigen) functionirenden Muskeln und wahrscheinlich auch für das Gehirn gesichert ist. Es ist somit der intrabronchiale

Druck durch Vermittelung der sensiblen Lungennerven der Regulator für die Stromgeschwindigkeit des Blutkreislaufs.

Da die Wirkungen der Einathmung verdichteter Luft gleich sind denen einer gewöhnlichen Ausathmung, so ist leicht einzusehen, dass die durch Einathmung der ersteren bedingten Kreislaufsänderungen auch während der Ausathmung fortdauern. Nach Waldenburg dauern diese günstigen Wirkungen auch nach einer pneumatischen Sitzung noch stundenlang, ja bei längeren Kuren wochenlang fort. Die fortwährende Steigerung der Kraft der Herzzusammenziehungen durch die verdichtete Luft wirkt wie eine Art Herzgymnastik; und die in den Lungen bewirkte Blutleere lässt sich vergleichen mit einer direct an den Lungen vorgenommenen Blutentziehung, nur dass das den Lungen entzogene Blut dem Körper nicht verloren geht, sondern den übrigen Organen zu Gute kommt.

2) Bei Ausathmung in verdünnte Luft hat man ein deutliches Gefühl des Zusammengepresstwerdens der Brust und der in den Brustraum eingesaugt werdenden Bauchorgane, sowie der Verkleinerung desselben. Denn es können je nach dem Grade der angewendeten Luftverdünnung sehr grosse Mengen Residualluft (500—2000, bei Emphysematikern sogar 3000 Kubikcentimeter) ausgesogen werden. Es ist selbstverständlich, dass sich das Lungenvolum dementsprechend während der Ausathmung verkleinert, das Zwerchfell und die Baucheingeweide weiter heraufsteigen, und dass die Lungenlüftung stark erhöht wird, weil nach der stärkeren Entleerung bei jeder nachfolgenden Einathmung natürlich ein entsprechend vermehrter Luftstrom in die Lungen wieder eindringt; ferner dass die Einathmungsmuskeln sich viel weniger anstrengen müssen. Die Verkleinerung des Lungenumfanges lässt sich objectiv nachweisen an der eintretenden Verminderung des Brustumfanges um 1—2 Ctm., an dem Eingezogenwerden des Epigastriums und percutorisch durch das in die Höhe steigende Zwerchfell. Bei längerem Gebrauch konnte Waldenburg eine immer mehr zunehmende Erhöhung der vitalen Lungencapacität um 500—1000 Ccm. (bei Emphysematikern), ferner eine Vermehrung der Ein- und Ausathmungskraft (am Pneumatometer) nachweisen; letzteres in Folge der sich wieder hebenden Lungenelasticität und der Kräftigung der Athmungsmuskeln. Die Reizwirkung Biedert's ist bei Ausathmung in verdünnte Luft stärker, als bei Einathmung verdichteter Luft.

Die Wirkung der Ausathmung in verdünnte Luft auf den Kreislauf ist ähnlich der einer normalen Einathmung aus freier Luft: es wird das Venenblut leichter in den Thorax und in das Herz aufgesaugt, und dadurch dem letzteren eine grössere Blutmenge zugeführt; die Halsvenen sinken ein; die Herzarbeit wird erschwert; die Herzsystole wird schwächer; die Blutfülle und der Druck im Aortensystem sinkt; die Arterien sind weniger gespannt,

leichter zusammendrückbar; der Puls wird weich und klein; der grosse Kreislauf wird blutärmer, der Lungenkreislauf blutreicher, so dass er sich bis zu Gefässrupturen steigern kann.

Dass auch hier die Kreislaufsveränderungen während der nachfolgenden Einathmung die gleichen bleiben, versteht sich nach dem oben Gesagten von selbst; es ist demnach die Wirkung der verdünnten Luft eine continuirliche.

3) Einathmung verdünnter Luft muss auf die Kreislaufsorgane ähnlich, wie eine gewöhnliche Einathmung in freier Luft und wie eine Ausathmung in verdünnte Luft, nur weit stärker wirken. In Folge der grösseren Anstrengung, welche die Einathmungsmuskeln machen müssen, um die entgegengesetzt wirkende verdünnte Luftsäule in die Lunge zu saugen, werden dieselben sehr gekräftigt (methodische Gymnastik derselben); die Luft im Brustraum wird mehr, als normal verdünnt und dadurch die Druckdifferenz gegen die äussere Atmosphäre vermehrt; die Magengrube, die oberen Schlüsselbeingruben u. s. w. werden wie bei Kehlkopfverengerung eingezogen. Nach Waldenburg wird die Lungenlüftung vermindert, nach Speck vermehrt.

4) Ausathmung in verdichtete Luft erschwert natürlich die Ausstossung der Lungenluft, stellt daher an die Ausathmungsmuskeln erhöhte Anforderungen, die in Folge dessen bei längerer Anwendung gekräftigt werden (Gymnastik derselben). Die Grösse der Lungenlüftung wird nach Waldenburg wesentlich herabgesetzt, dagegen nach Speck um ebenso viel wie durch die Einathmung verdichteter Luft vermehrt. Letzterer erklärt seinen Befund in der Weise, dass ein durch Muskelthätigkeit leicht überwindbares Athemhinderniss stärkere Lüftung der Lunge hervorruft. Die Kreislaufsorgane werden ähnlich, nur stärker beeinflusst, wie bei den Einathmungen verdichteter Luft.

Die Ergebnisse der kymographischen Untersuchungen an Thieren durch Einbrodt, Hering, Drosdoff, Lambert und Zuntz u. A. führen scheinbar zu einem den Waldenburg'schen Untersuchungen am Menschen entgegengesetzten Ergebniss, nämlich zu Abnahme des Blutdrucks, wo Waldenburg Zunahme des Drucks im Aortensystem und vermehrte Arterienspannung constatirte; ferner umgekehrt Blutdruckssteigerung, wo W. Abnahme des Drucks im Aortensystem und Verminderung der Arterienspannung nachgewiesen hatte. Allein Waldenburg zeigte mittelst seiner Pulsuhr, dass Arterienspannung und Blutdruck nicht einander proportional sind; dass unter Umständen erstere gesteigert sein kann, während letzterer sinkt, und dass nur das Durcheinanderwerfen dieser verschiedenen Zustände, die Verwechselung von Blutdruck mit Arterienspannung die Ursache des scheinbaren Gegensatzes in den Ergebnissen ist. Lambert z. B. habe sich bei seinen Thierversuchen selbst überzeugt, dass während der Einathmung ver-

dichteter Luft die blossgelegten Arterien gespannter werden und gleichzeitig der Blutdruck sank.

Was die Gaswechselverhältnisse anlangt, so bewirkt nach Speck jede Druckänderung der Ein- oder Ausathmungsluft eine Vermehrung des Athemprocesses in allen seinen Beziehungen; stets aber ist die Kohlensäureausscheidung stärker vermehrt, als die Sauerstoffaufnahme, so dass selbst mehr Sauerstoff mit ihr ausgeschieden wird, als vorher eingeathmet wurde. Es wäre demnach die Wirkung dieselbe, wie die einer willkürlichen Verstärkung der gewöhnlichen Athmung, und die Aenderungen wären nicht als Folge stärkerer Oxydationen, sondern einfach als Folge der Gasdiffusion zu betrachten, abgesehen von der wenig bedeutenden Muskelleistung beim stärkeren Athmen.

Als weitere Wirkungen der Ein- und Ausathmung in verdichtete bzw. verdünnte Luft zeigen sich Druckerscheinungen im Gehörorgan; bei anämischen, appetitlosen Kranken Wiederherstellung des Appetits, der Blutbildung und damit zusammenhängende weitere Folgezustände.

Wirkung der combinirten Athmung. Wenn man einmal die günstigen Wirkungen des einfachen Verfahrens gesehen hat, liegt der Gedanke ausserordentlich nahe, dass man durch eine combinirte Anwendung verdichteter und verdünnter Luft, in der Weise, dass man zuerst die erstere ein- und mit dem nächsten Athemzuge in letztere ausathmet, eine weit bedeutendere Wirkung auf Lungenventilation u. s. w. erzielen müsse (Cube, Geigel u. A.). Es wurden deshalb von verschiedensten Seiten Doppelapparate construirt und namentlich bei emphysematösen Katarrhen die schönsten Wirkungen proklamirt. Speck fand auch wirklich, dass bei Einathmung verdichteter und immer unmittelbar darauf folgender Ausathmung in verdünnte Luft die Menge der ein- und ausgeathmeten Luftvolumina stärker steigt, als bei irgend einer einfachen pneumatischen Athmung; und dass auch alle anderen Combinationen, wie Einathmen verdünnter, Ausathmen in verdichtete, Ein- und Ausathmen in verdichtete Luft die Lungenlüftung mehr steigern. Allein Waldenburg glaubt nachweisen zu können, dass die Ventilationswirkung des combinirten Verfahrens nicht grösser ist, als die des einfachen, und dass beim combinirten Verfahren eben nicht die volle Wirkung der verdichteten und verdünnten Luft eintritt. „Wenn Jemand verdichtete Luft tief ein-, und unmittelbar darauf in verdünnte ausathmet, so retrahirt sich eben die Lunge nicht so weit, als wie sie es ohne die vorhergegangene Einathmung verdichteter Luft gethan hätte und umgekehrt. Denn die verdichtete Luft wird sich im Beginn der Ausathmung in verdünnte zuerst natürlich ausdehnen, dadurch eine Compensation der Druckwirkung herbeiführen, und erst nach einiger Zeit wird die Wirkung der verdünnten Luft überwiegen. Nun dauert aber jede Ausathmung nur eine gewisse Zeit, über welche

hinaus sie kaum mit der äussersten Anstrengung angehalten werden kann. Es kann deshalb selten Jemand die Ausathmung so lange anhalten, bis die Wirkung der verdünnten Luft als evacuirende beginnt, so dass nur in seltenen Fällen letztere überhaupt zur Wirkung gelangt. Schon einem Gesunden sei es ungemein schwer, so lange die Ausathmung anzuhalten; um wie viel mehr einem Kranken.“ Waldenburg ist ferner der Meinung, dass wenn man durch Erweiterung des zuleitenden Schlauches u. s. w. die Zeitdauer des zu- und abfliessenden Luftstromes abkürze und durch diese Vorrichtung eine wirkliche abwechselnde stärkere Füllung des Brustraums mit verdichteter und stärkere Entleerung mit verdünnter Luft bewirke, dass dann das rasche Wechseln der auf das Herz wirkenden extremen Druckgrade eine Gefahr für das Herz berge. Auch fand er in der That, dass seine Kranken sich bei dem einfachen alternirenden Verfahren besser befanden wie bei dem combinirten.

Therapeutische Verwendung.

Die hauptsächlichste Verwendung finden die transportablen pneumatischen Apparate bei Krankheiten und Schwächezuständen der Athmungsorgane, weniger bei denen der Kreislaufsorgane, noch gar nicht bei Krankheiten der anderen Organe. In Berücksichtigung der geschilderten physiologischen Wirkungen wird die Einathmung comprimirter Luft vorzüglich angewendet bei enger Brust, schwacher und erschwerter Athmung, bei Lungencompression, gestörter Lungenlüftung, bei zu starkem Blutreichthum der Lungen; ferner bei geschwächter Herzkraft, schwacher Füllung des grossen Kreislaufs, bei Kehlkopf- und Luftröhrenverengerungen der verschiedensten Art, bei phthisischem Brustbau, Lungensucht, Lungenkatarrhen, bei Lungenatelektase, Pleuritis und Empyem, Asthma und Asphyxie und Herz-Klappenfehlern; dagegen die Ausathmungen in verdünnte Luft bei zu starker Ausdehnung der Lunge, erschwerter Ausathmung, dadurch gehinderter Lungenlüftung, und bei Blutleere der Lungen, also namentlich bei Emphysem.

Man hat keine Gefahr bei der pneumatischen Behandlung zu befürchten, wenn man immer an der Regel festhält, nur mit niedrigen Druckgraden zu beginnen, dieselben nur langsam und nie über $^1/_{40}$ Atmosphärendruck zu steigern und immer das eigene Behagen des Kranken zur Richtschnur zu nehmen. Waldenburg empfiehlt zunächst nur aus theoretischen Bedenken und nicht etwa durch schlimme Erfahrungen belehrt, Vorsicht in der Anwendung bei Brüchigkeit der Gefässe, Neigung zu Gehirnapoplexien und bei Blutungen im Gebiet sämmtlicher Unterleibsorgane. Die Ausathmung in verdünnte Luft ist bei Ueberfüllung der Lunge mit Blut, bei Blutspeien, bei allgemeiner und Herzschwäche durchaus contraindicirt; es ist überhaupt bei dieser Manipulation immer grössere Vorsicht nöthig, als bei der Einathmung der verdichteten

Luft. Floride Entzündungen und vorgeschrittene Bronchiektasie contraindiciren die ganze Methode; für letztere Erkrankung ist die Gerhardt'sche Compression vorzuziehen. Einathmung verdünnter und Ausathmung in verdichtete Luft hat bis jetzt noch keinen Eingang in die Praxis gefunden.

Die transportablen pneumatischen Apparate fanden nutzbringende Anwendung in folgenden Zuständen:

Verengerungen des Kehlkopfes und der Luftröhre, wie sie durch Lähmung der Glottiserweiterer, ringförmige Verwachsung heilender typhöser, syphilitischer und anderer Geschwüre zu Stande kommen, können zwar durch Einathmung verdichteter Luft nicht geheilt werden; aber man kann die Schwerathmigkeit und das Erstickungsgefühl wenigstens eine Zeit lang bessern und Zeit für die anderweitige Behandlung (Electricität, Spaltung, Dilatation) gewinnen.

Bei schmaler Brust und allgemeiner Körperschwäche mit Blutmangel (sogen. phthisischer Anlage) ist eine consequente Durchführung der pneumatischen Methode von ganz auffällig guter Wirkung, so dass man nur wünschen möchte, derartige Kranke würden von ihren Aerzten energischer zu derselben veranlasst. Man sieht in wenigen Monaten, wie die Athmung ergiebiger und leichter, die Lungencapacität grösser wird, wie ganz alte Brustschmerzen schwinden und wie in Folge all' dieser guten Zustandsänderungen der Appetit sich kräftigt, das Aussehen besser wird und ein vorher nicht gekanntes Wohl- und Kraftgefühl auftritt. Ich habe Fälle nach jahrzehnte langem Kränkeln dauernd genesen sehen. Man lässt derartige Kranke täglich 1—2 mal wochen- und monatelang zuerst 20—50 Einathmungen verdichteter Luft, sodann 20—30 Ausathmungen in verdünnte Luft und zum Schluss nochmals 20—50 Einathmungen verdichteter Luft machen immer bei einem nicht höheren ± Druck als $^1/_{50}$—$^1/_{40}$ Atmosphäre. Die Ausathmung in verdünnte Luft soll die Lunge blutreicher machen und dadurch eine bessere Ernährung derselben herbeiführen. Der Nutzen der Einathmung verdichteter Luft ergiebt sich nach den physiologischen Wirkungen von selbst; namentlich fällt die wesentliche Besserung und Stärkung des Spitzenathmens und der gesammten Athmung sehr bald in die Augen. Selbstverständlich darf über der pneumatischen Behandlung nicht vergessen werden, derartige Kranke auch in den übrigen Tageszeiten in eine gute, reine Luft, auf Anhöhen zu schicken, mässige Bewegung und Gymnastik namentlich der Brustmuskeln, Stimm- und Athmungsgymnastik, Singübungen treiben zu lassen und durch eine gute wechselvolle Kost die Kräfte noch schneller zu heben.

Bronchialkatarrhe, acute und chronische, werden sehr häufig gebessert, bzw. geheilt durch Anwendung der verdichteten Luft (täglich 1—2mal 50—200 Einathmungen verdichteter Luft

bei einem sich allmählig auf $^1/_{50}$—$^1/_{40}$ Atmosphäre steigernden Druck). Man nimmt an (denn direct gesehen hat es noch Niemand), dass die Heilung zu Stande kommt, dadurch, dass die Gefässe der Bronchialschleimhaut in Folge des Druckes und durch den Reiz der stärker und kälter strömenden Luftmenge sich contrahiren, die Schleimhaut abschwillt, die Schleimabsonderung sich vermindert, etwa verstopfende Schleimpfröpfe losgestossen werden u. s. w. Ich habe noch keinen alten Husten behandelt, der nicht in sehr kurzer Zeit wenigstens Erleichterung verspürt hätte; auch in acuten Katarrhen zeigte sich mir öfters in wenigen Tagen Zurückgehen der unangenehmsten Symptome. Die einmal eingetretene Wirkung hält meist auch sehr lange an.

Bei sehr erschwertem Schleimauswurf ist zu merken, dass das Ausathmen in verdünnte Luft wie ein kräftiges Expectorans wirkt, und dass es daher in solchen Fällen mit dem Einathmen in verdichtete Luft verbunden werden darf. Auch hier möchte ich ausser der pneumatischen Behandlung fleissiges Spazierengehen in reiner Luft, Athemgymnastik, Tiefathmen und längeres Anhalten in Einathmungsstellung, ferner Inhalationen von Salmiak oder Ol. Pini aeth., Ol. Pini pumilionis, Ol. Terebinth., Phenol u. s. w. in zerstäubter wässeriger Lösung (0,5—5,0 : 500,0 Aq. dest.) namentlich bei abundantem übelriechendem Auswurf, ferner Morphin bei zu heftigem Hustenreiz, diaphoretisches Verfahren bei Katarrhen in Folge Erkältung nicht missen.

Warum auch ich die Schwängerung der verdichteten Luft mit den oben angegebenen Medicamenten, also eine Combination der pneumatischen mit der Inhalationsmethode verwerfe, habe ich bereits angegeben (S. 15).

Bei Lungenentzündung wurde auf der Höhe der Krankheit verdichtete Luft nur von Amati, wie er angiebt, mit Nutzen versucht. Dagegen empfehlen es Waldenburg, Schreiber nach abgelaufenem Fieber bei zögernder Lösung.

Bei Lungensucht kann von einer günstigen Wirkung der pneumatischen Behandlung nur die Rede sein, insofern es sich darum handelt, gegen die einleitenden oder begleitenden Bronchialkatarrhe, gegen die Ueberfüllung der Bronchien und Cavernen mit Schleim und Eiter, vielleicht auch wegen der anämisirenden Wirkung der verdichteten Luft gegen die begleitende Hämoptoë oder Peribronchitis und entzündlichen Verdichtungen des Lungengewebes oder gegen narbige Stenosen vorzugehen. Dagegen muss eine direct heilende Wirkung auf den phthisischen Process selbst entschieden geläugnet werden. Es darf daher über der pneumatischen Behandlung der übrige moderne Heilapparat: die reine Luft, gute Ernährung, die Abhärtung der Haut, die Inhalation antiseptischer und antikatarrhalischer Mittel nicht vernachlässigt werden. In Verbindung mit diesem aber ist die wohlthuende Wirkung der eingeathmeten ver-

dichteten Luft dem Kranken selbst so deutlich, dass es oft schwer fällt, dieselben davon fern zu halten, und dass sie sich oft gegen den Willen des Arztes noch in ihren letzten Lebenstagen zum Apparat schleppen. Namentlich die Besserung des Appetits, das Nachlassen des Schwitzens, die Erleichterung der Athemnoth und des Auswurfs, besserer Schlaf und besseres Allgemeinbefinden tritt oft auch bei weit vorgeschrittenen Schwindsuchtsgraden noch deutlich hervor. Von der auffallenden Wirkung gegen selbst heftiges Blutspeien konnte ich mich mehrmals selbst überzeugen, nachdem ich gegen dieses Symptom anfänglich geradezu mit einer gewissen Angst zur Anwendung der pneumatischen Methode geschritten war.

Im Uebrigen muss allerdings gerade bei Phthise sehr grosse Vorsicht hinsichtlich der anzuwendenden Druckgrade dringend empfohlen werden. Nichtbeachtung dieses Umstandes hat bereits mehrmals zu starken Verschlimmerungen, zu den heftigsten Blutstürzen geführt. Man muss nur immer daran denken, dass durch die phthisischen Processe die einzelnen Lungenabschnitte höchst verschieden dehnbar geworden sind und daher leicht Rupturen bei zu starken Druckgraden eintreten können Ich habe nie höhere Druckgrade als bis zu $+ \frac{1}{60}$ Atmosphäre anzuwenden mir getraut, habe aber auch bei vielen guten Ergebnissen nie ein unangenehmes Ereigniss erlebt; auch hinsichtlich der Zahl der Athemzüge beginne ich mit einer sehr geringen (20) und lasse über die Zunahme der Zahl stets auch das Behagen der Kranken entscheiden und nie über 100 in einer Sitzung hinausgehen. Zu den von Waldenburg aus theoretischen Gründen, um die kranke Lunge in einen besseren Ernährungszustand zu versetzen, empfohlenen Ausathmungen in verdünnte Luft kann ich für meine Person nicht rathen.

Beim Lungenemphysem spricht das ganze Krankheitsbild so zwingend für den möglichen Nutzen der Ausathmung in verdünnte Luft, dass Haucke ohne jede Vorerfahrung, in der Absicht, um die Ausathmung der Emphysematiker zu erleichtern, den ersten pneumatischen Apparat construirte. Wie selten, wurde hier der Gedanke durch die nachfolgende Erfahrung bestätigt; denn in der That hebt die Ausathmung in verdünnte Luft die meisten Functionsstörungen, an denen Emphysematiker leiden, auf: die Ausathmung wird erleichtert, die übermässig aufgeblähte Lunge verkleinert sich, damit wächst die Lungenlüftung, verschwindet die Schwerathmigkeit, steigt die Lungencapacität; die Lungengefässe werden erweitert; damit bessert sich die Ernährung der Lunge, wird der Abfluss des Blutes aus dem rechten Herzen erleichtert, die übermässige Belastung desselben aufgehoben u. s. w. Und diese Besserung ist nicht etwa nur eine vorübergehende und nach Aufhören der pneumatischen Behandlung wieder verschwindende,

sondern eine dauernde nachhaltige. Nur sehr alte oder Altersemphyseme, bei denen die anatomischen Veränderungen schon zu eingewurzelt und zu grosse Gebiete der Lunge ergriffen sind, bei denen der Brustkasten schon zu starr und unelastisch geworden ist, bei denen das enorm dilatirte Herz weitgehende Degeneration seiner Wandungen erlitten hat, zeigen unbedeutende oder gar keine Besserung; ja erfahren unter Umständen, wie ich mich bereits mehrmals überzeugen konnte, sogar eine auffällige Verschlimmerung. Es ist dieser Umstand wohl zu beachten, wenn man die pneumatische Behandlung des Emphysems nicht discreditiren will. Waldenburg stellt als beherzigenswerthe Regel für die Anwendung oder Nichtanwendung, bzw. Erfolg oder Misserfolg des pneumatischen Apparats auf: Wenn es beim Emphysematiker noch gelinge, durch Ausathmen in verdünnte Luft eine erhebliche Luftmenge — wenigstens eine solche, welche seine vitale Lungencapacität nicht in gar zu geringem Maasse übertrifft, oder welche im Ganzen mindestens einer normalen vitalen Capacität gleichkommt — zu entleeren; wenn also die Brustwandung noch dehnbar, Brustkasten und Lunge noch fähig sei, in eine der Norm mehr entsprechenden Weise sich zusammenzuziehen: dann sei die Prognose für Anwendung der verdünnten Luft demgemäss günstig. Würden dagegen bei der Ausathmung in verdünnte Luft kaum wenige hundert Kubikcentimeter mehr ausgeathmet, als die schon erheblich gesunkene vitale Lungencapacität beträgt: so beweise dies, dass Brust und Lunge auch bei der mechanischen Unterstützung sich nicht mehr genügend zu verkleinern vermögen und die Prognose werde eine ungünstige.

Die Behandlung des uncomplicirten Emphysems besteht einfach in wochenlang fortzusetzenden 1 oder 2 mal täglich vorzunehmenden 50—150 Ausathmungen in verdünnte Luft von dem negativen Druck — $^1/_{50}$ bis — $^1/_{30}$ Atmosphäre. Ist dagegen das Emphysem mit starkem Bronchialkatarrh vergesellschaftet, dann lässt man 1—2mal täglich zuerst 20—50 Einathmungen verdichteter (+ $^1/_{50}$ Atmosphärendruck), hierauf 50—70 Ausathmungen in verdünnte (— $^1/_{50}$ bis — $^1/_{40}$ Atmosphärendruck) und zum Schlusse nochmals 20 Einathmungen verdichteter Luft machen. Sehr gute Dienste leisteten mir in den letzteren Fällen eine Verbindung der pneumatischen Methode mit den Gerhardt'schen Zusammenpressungen des Brustkastens. Da das Zusammenpressen mittelst der angelegten Hände zu sehr ermüdet, lasse ich durch einen Gehülfen den Kranken von hinten an der Flanke mit beiden Armen umfassen, in der Weise, dass er vorne seine Hände in einander schliesst und bei der Einathmung der verdichteten Luft einen mässigen Gegendruck gegen die Auswärtsbewegung der Rippen ausüben, bei der Ausathmung durch nochmaliges Zusammenpressen der Arme die Ausathmungsbewegungen unterstützen kann. Selbst bei Altersemphysemen mit heftigem Bronchialkatarrh und Asthma er-

langte ich durch dieses Gerhardt'sche Verfahren ganz gute Erfolge.

Bei sehr alten Emphysematikern giebt Biedert an, doch noch Erfolge erzielt zu haben; nur müsse die Behandlung eine sehr vorsichtige sein; man müsse hierbei mit wenigen Einathmungen verdichteter Luft beginnen, 2 mal 10—20 Athemzüge bei $^1/_{90}$—$^1/_{70}$ mit 10 minütlicher Pause und zugefügter Salmiakeinathmung zur Verflüssigung des gewöhnlich zähen Secrets machen lassen; zwischen die Einathmungen soll man nach wenigen Tagen Ausathmungen in verdünnte Luft einschieben, aber immer damit aufhören, so wie stärkerer Hustenreiz eintritt; mit der Besserung können immer mehr gewagt werden (daran ist auch die Besserung selbst erkenntlich), während die Einathmungen nicht in gleichem Maass gesteigert werden; endlich werde zuerst die vorausgehende Einathmung weggelassen, die nachfolgende an Druck und Zahl herabgesetzt, bis zuletzt die Ausathmung in verdünnte Luft, das eigentliche Heilmittel bei Emphysem rein in Wirkung trete; bei den Ausathmungen steige man nicht über — $^1/_{40}$ bis — $^1/_{30}$ Druck bei 2 mal 30—50 Athmungen täglich.

Bei reinem sogen. nervösem Asthma stimme ich mit Biedert und Knauth durchaus überein, dass die pneumatische Methode wenig oder nichts hilft. Ich muss gestehen, dass ich bei den ausgezeichneten Wirkungen, die ich mit Jodnatrium, arseniger Säure, Chloralhydrat, Morphin erziele, auch kein besonderes Bedürfniss danach bis jetzt empfunden habe. Waldenburg, Hänisch u. A. geben an, durch die intermittirende Methode (50—100 Einathmungen von verdichteter Luft von + $^1/_{50}$ bis + $^1/_{40}$ Atmosphärendruck, hierauf 50—100 Ausathmungen in verdünnte Luft von — $^1/_{40}$ bis — $^1/_{30}$ Atmosphärendruck, und zum Schluss nochmals einige Einathmungen verdichteter Luft) wenigstens immer Erleichterung, Hinausschiebung der Anfälle erzielt zu haben. Das Asthma nicht zu alter Emphysematiker und Bronchitiker dagegen erzielt bei der intermittirenden Methode recht günstige Erfolge.

Auch bei Pleuritis ist die Einathmung von verdichteter Luft von ganz vorzüglichem Erfolge einmal in frischen Fällen, wenn die entzündlichen Erscheinungen durch Kälte u. s. w. beseitigt sind und die Krankheit zum Stehen gekommen ist; es wird hierdurch nicht etwa nur die Lunge wieder zur vollen Entfaltung gebracht, sondern auch die Aufsaugung der pleuritischen Ausschwitzung unter ganz ausserordentlicher Zunahme der Diurese oft überraschend gefördert. Sodann hat man nicht weniger glänzende Heilungen bei pneumatischer Behandlung der Folgezustände einer abgelaufenen Pleuritis beobachtet, also bei dem schmerzhaften Athmen in Folge der Verwachsung der Pleurablätter, bei dem Einsinken der betreffenden Brustseite, bei Zusammenpressung der Lunge durch dicke Schwartenbildung.

Wenn, wie meist, die Lunge selbst gesund ist, kann man ohne

Gefahr selbst hohe Drucke anwenden ($+ \frac{1}{50}$ bis $+ \frac{1}{35}$ Atmosphärendruck, 50—150 Einathmungen).

Auch bei geöffnetem Empyem, wenn der Eiter durch die Fistelöffnung ungehindert ausfliessen kann, ist die Einathmung der verdichteten Luft das einzige Mittel, durch welches es möglich ist, die Lunge gehörig zu entfalten, den angesammelten Eiter besser auszutreiben und sogar (Waldenburg) in Folge des Druckes die Eiterbildung zu vermindern. Die Methode der Anwendung ist die gleiche wie bei Pleuritis.

Die Anwendung verdichteter Luft bei Erstickten, Ertrunkenen, Erhängten, wie sie auch empfohlen wurde, ist doch wohl nur anwendbar, wenn der Verunglückte unmittelbar neben dem pneumatischen Apparat verunglückt ist, was wohl selten genug vorkommen mag; jedenfalls leistet die gewöhnliche künstliche Respiration durch rhythmisch erfolgende Thorax- und Herzcompression dasselbe. Störk theilt den lebensrettenden Erfolg der Anwendung verdünnter Luft bei einem durch Bluterguss in das Bronchialrohr Erstickten mit.

Bei folgenden Herzkrankheiten empfehlen Waldenburg, Hänisch, u. A. die Einathmung verdichteter Luft (50 bis 100 Einathmungen bei $+ \frac{1}{100}$ bis $+ \frac{1}{50}$ Atmosphärendruck).

Bei Insufficienz der zweizipflichen Klappe oder bei Stenose des linken Ostium venosum, namentlich wenn die compensatorische Hypertrophie des Herzmuskels noch nicht eingetreten oder wieder verloren gegangen ist, beseitigt, wie auch ich bestätigen kann, die methodische Einathmung der verdichteten Luft das Gefühl des Luftmangels, die Blutüberlastung des kleinen Kreislaufs, das Herzklopfen und schafft eine erträglichere Existenz.

Von derselben Behandlungsweise sahen auch bei Insufficienz und Stenose der Aortenklappen Waldenburg und Biedert Besserung der begleitenden Athemnoth u. s. w. Bei ersterer giebt Fenoglio sehr günstige Wirkungen von der Ausathmung in verdünnte Luft an.

Dass Blutspeien bei Herzkranken ebenso gut den Einathmungen mässig comprimirter Luft weicht, wie bei Lungenkranken, davon habe ich mich selbst zu überzeugen Gelegenheit gehabt.

Bei Krankheiten des rechten Herzens und dadurch hervorgerufener Stauung des Blutes in den grossen Körpervenen, Blutarmuth der Lunge, empfiehlt Waldenburg, allerdings noch nicht auf Grundlage praktischer Erfahrungen, abwechselnde Einathmung von verdichteter und dann verdünnter Luft.

Nach meiner Erfahrung wird übrigens die rationelle Anwendung der Digitalis durch die pneumatischen Apparate nicht überflüssig.

Die pneumatischen Kammern (Glocken, Kabinette).

Nachdem schon im 17. Jahrhundert (1660) Henshaw in England Curversuche mit verdünnter und verdichteter Luft in einer gemauerten luftdicht schliessenden und mittelstgrosser Blasbälge versehenen Kammer gemacht hatte, „um Kranke zu jeder Jahreszeit und ohne sie aus ihrer Heimath zu entfernen, der Wohlthat eines Klimawechsels theilhaftig werden zu lassen"; nachdem Hamel 1820 und einige Jahre später Colladon ihre ersten Beobachtungen über die Wirkung des erhöhten Luftdrucks in der Taucherglocke veröffentlicht hatten: wurde die Curmethode mit verschieden starkem Luftdruck durch die in den 30er Jahren dieses Jahrhunderts angestellten Versuche von Junod, Tabarié und Pravaz allmählig

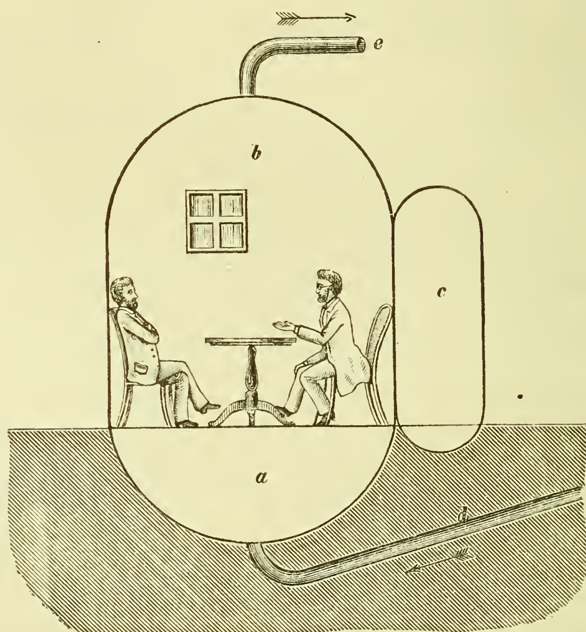
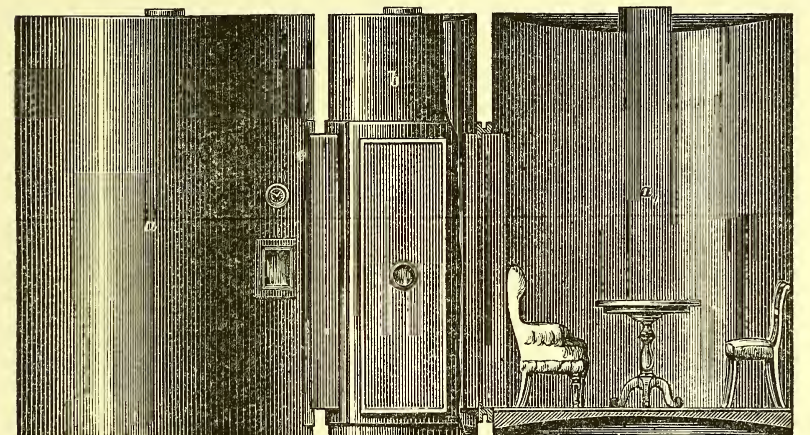


Fig. 6.

Tabarié's pneumatische Glocke

ist ein hohles Ellipsoid, dessen unteres Drittheil a in die Erde versenkt und von den oberen zwei Drittheilen b durch einen hölzernen, durchlöcherten mit Teppichen bedeckten Fussboden getrennt ist. Um ein- und austreten zu können, ohne den vorhandenen Druck im Innern des Apparats in nennenswerther Weise zu stören, ist vor dem Eingang noch eine weitere kleine Vorkammer c angebracht, welche von dem Hauptraum durch ein Ventil abgeschlossen oder mit ihr verbunden werden kann. Unten wird durch eine Zuleitungsröhre d Luft von einer Dampfmaschine eingepumpt, oben ist ein in das Freie mündendes Abzugsrohr e.

in die ärztliche Praxis übergeleitet und 1840 in Montpellier in einer ersten pneumatischen Anstalt dem Publikum durch Tabarié zugänglich gemacht. Jetzt bestehen in einer Reihe von Städten und Bädern ärztlich geleitete pneumatische Kammern



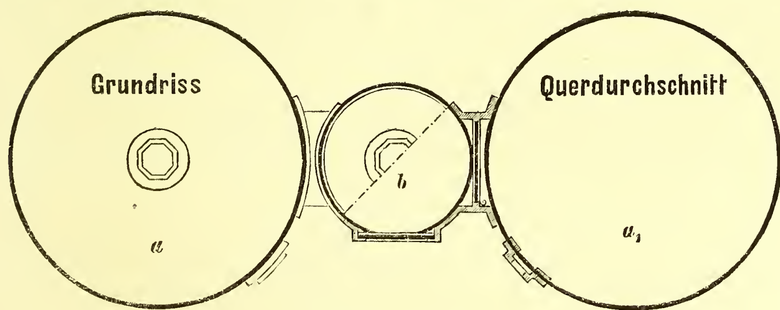


Fig. 7. u. 8.

Lange's pneumatische Kammer.

Um eine grössere Anzahl von Personen gleichzeitig der verdichteten Luft aussetzen zu können, hatte Lange vor, zwei Kammern (a, a_1) mit einander zu verbinden; und um es möglich zu machen, dass aus den beiden Glocken jeder Zeit Personen herausgehen können, ohne für die anderen die Sitzung zu unterbrechen, so gedachte er eine kleine Vorkammer zwischen die beiden Kammern anzubringen. Obiges zeigt das Lange'sche Project; ob dasselbe in Johannisberg oder Ems zur Ausführung gebracht ist, ist dem Verfasser unbekannt geblieben. Derselbe kennt nur das unter Mitwirkung G. v. Liebig's zu Stande gekommene Reichenhaller Kabinet der Gebrüder Mack, welches in der That mehrkammerig ist und in jeder Beziehung als Musterkabinet betrachtet werden darf.

und liegen eine grosse Menge von physiologischen und therapeutischen Beobachtungen an gesunden und kranken Menschen vor, deren Körper ganz und gar der Einwirkung der verdichteten (seltener der verdünnten) Luft in einem pneumatischen Kabinette ausgesetzt war; ich nenne als hauptsächlichste Forscher der neueren Zeit G. v. Liebig, Panum, Vivenot, Bertin, Lange, P. Bert, Jourdanet, Waldenburg u. A.

Die pneumatischen Kammern, in denen der ganze Mensch, und nicht, wie bei den tragbaren pneumatischen Apparaten nur einzelne Körpertheile dem Einfluss eines höheren oder niedrigeren Luftdrucks ausgesetzt wird, sind gegenwärtig meist aus starkem Blech verfertigte kleine Zimmer, in welchen ein oder mehrere Menschen sich aufhalten können, in welchen die Luft durch verstärktes Einpumpen oder bei gleichbleibender Zuleitungskraft durch Verkleinerung der Ausflussöffnung vermehrt, also unter einen höheren Druck gebracht, verdichtet, oder durch stärkeres Ansaugen verdünnt werden kann. In sehr sinnreicher Weise ist bei den verschiedenen bestehenden Apparaten z. B. in Reichenhall für genaue Regulirung des Drucks und des gleichförmigen Einströmens der Luft, für die nöthige Kühlerhaltung der Räume durch Aufträufelung kalten Wassers, für Druck-, Feuchtigkeits- und Wärmemessung, ferner für Reinigung und Filtration der einzuführenden Luft und endlich für die nöthige Helligkeit gesorgt. Bei dem Reichenhaller Kabinet ist auch ausgiebig dafür Sorge getragen, dass die Luft im Apparat durch die Kohlensäure der Ausathmungsluft nicht mehr verunreinigt wird, als die gut gelüfteter Zimmer, nämlich nur 0,07 bis 0,10 pCt. Kohlensäure enthält.

Gebrauchsweise. Da gegenwärtig ausnahmslos in den pneumatischen Kammern nur verdichtete Luft therapeutisch gebraucht wird, nehme ich hier auch hauptsächlich nur auf diese Rücksicht.

In der pneumatischen Kammer werden viel höhere Druckgrade der Luft angewendet, ohne aber eine stärkere mechanische Wirkung zu erzielen, als bei den transportabeln pneumatischen Apparaten; bei letzteren wirkt die Differenz zwischen dem Druck der Apparate auf das Innere des Brustraums und zwischen dem Druck der atmosphärischen Luft auf die Oberfläche; bei ersteren lastet auf der inneren und äusseren Körperfläche ein gleicher Druck, so dass einer zu starken Ausdehnung der Lunge in hohen Druckgraden ein gleich schweres Gewicht auf der äusseren Brustfläche entgegenarbeitet.

Jedoch würde man durch die hohen Druckgrade der pneumatischen Kabinette dennoch Schaden anrichten, wenn man dieselben plötzlich auf den Körper einwirken lassen würde. Man darf desshalb bei einer täglichen 2stündigen Sitzungsdauer innerhalb der ersten halben Stunde nur allmählig auf die gebräuch-

lichen Ueberdruckgrade von + $^1/_5$ bis + $^3/_7$ [1]) Atmosphäre steigen, um so langsamer, je höher der angewendete Druck und je schwächer der Kranke; jedenfalls darf man nur im alleräussersten Falle bis $^1/_2$ Atmosphärenüberdruck [2]) gehen. In den endlich erreichten hohen Druckgraden bleiben die Kranken 1 Stunde, um in der darauf folgenden $^1/_2$ Stunde unter einem sich senkenden Druck allmälig dem gewöhnlichen Atmosphärendruck zugeführt zu werden. Die Zahl der gegen eine Krankheit anzuwendenden Sitzungen kann nicht bestimmt werden; sie richtet sich nach der Verträglichkeit des Organismus und dem Verhalten des Krankheitszustandes.

Physiologische Wirkung.

Die den älteren Kabinetten anhaftenden Nachtheile, dass bei Zunahme des Luftdrucks die Temperatur um 1—2° C. und auch die Luftfeuchtigkeit stark in die Höhe ging und dadurch unangenehme Empfindung, Schweiss bei den darin Weilenden auftrat, sind durch die Bemühungen G. v. Liebig's an dem Reichenhaller Kabinette ganz beseitigt.

1) Luftverdichtung. Die physiologische Wirkung der pneumatischen Kabinette ist theils eine mechanische, theils eine chemische; nur in Folge mangelhafter Untersuchung konnte P. Bert erstere leugnen; dafür allerdings sind seine Untersuchungen der chemischen um so musterhafter.

In mässig verdichteter Luft sitzende Personen zeigen zunächst ein Einsinken der Haut, Erblassen derselben und der Schleimhäute durch Entleerung der gedrückten oberflächlichen Blutgefässe, ferner Abnahme der Schärfe des Gefühls, Geschmacks (Trockenheit der Mundschleimhäute), Geruchs und nach Vivenot auch des Gehörs; gleichzeitig soll auch Schlafneigung eintreten; ferner Druck im Ohr, Ohrensausen, ein Gefühl von Einbiegung des Trommelfells und Schmerz desselben; ferner Zunahme der Höhe und Stärke der Stimme. Die Ohrenschmerzen dauern so lange an, bis sich die verschiedene Dichte der Luft innerhalb und ausserhalb des Trommelfells ausgeglichen hat und sind natürlich am stärksten, wenn die Uebergänge von niedrigem zu hohem, oder von hohem zu niedrigen Druck sehr rasch geschehen.

Die kleineren peripheren Körpermuskeln contrahiren sich stärker, so dass manche Bewegungen, z. B. der Lippen erschwert werden, und Sprechen, wie Pfeifen nur mühsam, ersteres manchmal

---

[1]) $^1/_5$ Atmosph.-Ueberdruck = 909,6 Barometerstand = einer Tiefe von 1600 Meter (4300′) unter der Meeresoberfläche.
$^3/_7$ Atmosph.-Ueberdruck = 1082,8 Barometerstand = einer Tiefe von 4470 Meter (13760′) unter der Meeresoberfläche.

[2]) $^1/_2$ Atmosph.-Ueberdruck = 1137,0 Barometerstand = einer Tiefe von 5513 Meter (16972′) unter der Meeresoberfläche.

stotternd vor sich gehen. Alle diese Erscheinungen sind nur physikalische Druckwirkungen.

An den grossen Muskeln fand Lange eine Zunahme der Muskelkraft, und zeigte, dass er im pneumatischen Kabinette grössere Lasten heben könne, leitet dies aber nicht von physikalischen Wirkungen auf die Gelenke, sondern nur von chemischen Wirkungen des stärker aufgenommenen Sauerstoffs auf den Stoffwechsel und die Ernährung ab (?).

Einfluss auf die Athmung. Durch die genauesten Untersuchungen (Einbrodt, Vivenot, Lange u. A.) steht fest, dass in der verdichteten Luft des pneumatischen Kabinettes 1) das Zwerchfell tiefer herunter tritt, die Lunge sich mehr ausdehnt und einen stärkeren Lufteintritt ermöglicht. Diese Thatsache wurde lange nicht begriffen, weil man ja annehmen musste, dass der Druck gleichmässig auf alle Theile wirkt. Warum sollte da die Lunge allein einen stärkeren Ausdehnungseffect an sich erfahren? Knauthe erklärt sich die Sache so, dass der veränderte Luftdruck nicht sofort auf alle Theile des Körpers von Beginn seines Einflusses an gleichmässig, sondern zunächst auf diejenigen Theile am meisten wirke, welche oberflächlicher liegen und mit denen die verdichtete Luft am schnellsten in Berührung kommt, nämlich auf die Körperoberfläche und auf die Lungen; diese Theile unterlägen einseitig einem höheren Druck, während für die tiefer gelegenen Theile noch nicht Zeit genug für den Ausgleich der Druckdifferenz verflossen sei; in Folge dessen werde zunächst das Blut von der Körperoberfläche verdrängt und die Lunge erweitert; zu dem vollen Ausgleich in der Druckdifferenz zwischen den so verschieden angelegten Geweben könnten aber sicher nicht die Curstunden genügen, die noch dazu nur zur Hälfte für den constanten höchsten Druck verwendet würden. Auch Waldenburg denkt sich den Vorgang ähnlich: das Zwerchfell sei am wenigsten durch die elastischen Gewebe der Bauchorgane dem äusseren Druck ausgesetzt und könne sich daher zuerst ganz dem inneren Druck entsprechend noch nach unten bewegen; erleichtert werde dies nach Vivenot u. s. w. noch durch die gleichzeitige Verdichtung der Darmgase. Nach Lange dagegen wird das Zwerchfell im pneumatischen Kabinet gar nicht nach unten gedrängt, sondern erlangt nach einiger Zeit durch Kräftigung seiner Musculatur die Fähigkeit, wieder kräftiger zu arbeiten. Das Kabinet wirkt also nach Lange nur nebenher, nicht durch directen Druck oder Compression der Darmgase auf das Herabsteigen, sondern es wirkt nur anregend auf die verloren gegangene oder verminderte Contractionsfähigkeit des Zwerchfells und gleichzeitig auf Kräftigung der gesammten, und damit auch der Athmungsmusculatur. 2) Die Athmung wird verlangsamt und vertieft, bei erleichterter Ein- und erschwerter und verlängerter Ausathmung. Die Zahl der Athemzüge in der Minute kann bis um 4

abnehmen; das Verhältniss der Dauer der Ein- zur Ausathmung, welches in der gewöhnlichen Luft gleich 4 : 5 ist, kann sich bis auf 4 : 11 vergrössern. 3) Die vitale Lungencapacität steigt bis um 3 pCt. der ursprünglichen Grösse, ebenso die Kraft der Ein- und Ausathmungsbewegungen; ebenso nimmt man eine Steigerung der Elasticität des Lungengewebes an. Knauthe sucht dies durch eine während des absteigenden Drucks zu Stande kommende stärkere Retraction des Lungengewebes zu erklären; auch bei dem abnehmenden Luftdruck am Ende einer Sitzung komme die Wirkung des niedriger werdenden Luftdrucks zuerst auf der Haut und in der Lunge zur Geltung und unter gleichzeitiger stärkerer Röthung der Haut und der Schleimhäute werde auch die Lunge stärker retrahirt; dies sei auch die Auflösung des Räthsels hinsichtlich der vollständigen Heilung des Emphysems und Asthmas.

Verminderung der Absonderung der Bronchialschleimhaut wird von Vivenot angegeben.

Die meisten der obigen Wirkungen überdauern die einzelne Sitzung und auch die Gesammtcur.

Die Sauerstoffaufnahme steigt, wie G. v. Liebig und Bert gezeigt haben, und zwar um so höher, je tiefer die Athmung und je höher der Luftdruck, dadurch dass das Blut mehr Sauerstoff zu binden und mehr an die Organe abzugeben vermag. Doch ist diese Zunahme nicht sehr hochgradig. Wenn der Normalgehalt des Blutes = 20,0 Volumprocent O unter gewöhnlichem Atmosphärendruck beträgt, so steigt er nach Bert bei einem Druck von 2 Atmosphären nur um 0,9, bei einem solchen von 3 Atmosphären nur um 1,6 Volumprocente. Die Zahl der Athemzüge hat keinen Einfluss auf die Grösse der Sauerstoffaufnahme.

Ob gleichzeitig auch die Kohlensäureausscheidung zunimmt (Lange, Vivenot), oder abnimmt (G. v. Liebig), oder gleich bleibt (Bert), steht noch dahin.

Ein mechanischer Einfluss auf den Kreislauf scheint durch die Untersuchungen Vivenot's, Liebig's und Waldenburg's ziemlich sichergestellt zu sein. 1) Es ist bereits erwähnt, dass der hohe Druck die Lymph- und Blutgefässe der Haut und der oberflächlicheren Schleimhäute zusammenpresst; dadurch werden 2) die peripheren Widerstände gegen den Abfluss des Blutes in die Venen erhöht und 3) dem Herzen, welches durch die Luftverdichtung allein schon sich schwerer contrahirt, eine schwerere Arbeit zugemuthet; trotzdem allerdings 4) ermüdet das Herz nicht so leicht, weil der Herzmuskel durch das stärker arterialisirte Blut besser genährt ist und langsamer arbeitet. Dass das Herz absolut etwas mehr Arbeit leistet, kann man 5) aus der, wenn auch nicht starken absoluten Blutdruckerhöhung schliessen; dass es unter erschwerenden Umständen arbeitet, geht nach Waldenburg daraus hervor, dass der relative

Blutdruck, d. h. der Blutdruck im Verhältniss zur umgebenden Luft, in beträchtlichem Grade herabgesetzt ist. Aus diesen Verhältnissen folgt dann 6) die Abnahme in der Füllung und Spannung der Radialarterie und die Abnahme der Pulsgrösse und 7) die Verlangsamung der Blutströmung. Letztere kommt zum Theil von der Verlangsamung der Herzschläge, zum Theil von der Erhöhung der Widerstände und der Erschwerung der Herzarbeit. — Wohin allerdings das aus der ganzen Peripherie verdrängte Blut kommt, ist von keinem Beobachter mit Sicherheit nachgewiesen; Panum fand, dass der Druck in den Venen abnimmt. Nichtsdestoweniger müssen wir aus einigen Thatsachen, z. B. der vermehrten Harnausscheidung, den Schluss ziehen, dass 8) das Blut in den Arterien und Venen centraler Organe sich anhäuft und dass dort desshalb die Blutfüllungsverhältnisse andere werden müssen, als sie an den peripheren Gefässen Waldenburg gefunden hat.

Mit obigen Beobachtungen stehen übrigens die von Mosso in einem starken Gegensatz. Zwar ruft auch nach ihm die verdichtete Luft zu allererst eine starke Zusammenziehung der Gefässe der Körperperipherie hervor; dagegen scheint ihm schnelles Ansteigen des Drucks die Blutfülle des Vorderarms zu vermehren, Verminderung des Drucks die Blutfülle zu vermindern u. s. w.; die Verminderung der Pulsfrequenz sei keineswegs eine regelmässige Erscheinung. Mosso glaubt daher mit P. Bert, dass die Veränderung des Luftdrucks keine mechanische, sondern nur eine chemische Wirkung hervorrufe; jedenfalls sei es unthunlich, die verschiedenen physiologischen Thatsachen auf mechanischem Wege durch die blosse Druckvermehrung zu erklären. — Waldenburg hat auf die Fehlerquellen, die möglicherweise bei Anwendung des Mosso'schen Plethysmographen durch Compression der Kautschukmanschette eintreten können, sowie auf die zu geringe Zahl von Versuchen Bert's bereits aufmerksam gemacht, so dass ich glaube, die zuerst genannten Erfahrungen seien durch die letzteren noch nicht widerlegt.

Die allgemeine Ernährung und der Stoffwechsel wird meistens günstig beeinflusst, letzterer beschleunigt; Alles in Folge, wie man annimmt, der gesteigerten Sauerstoffaufnahme und der gesteigerten Verbrennungsprocesse. Der Appetit und die Verdauungskraft nimmt sehr zu, die Fettbildung ab; nimmt man seinem gesteigerten Bedürfniss entsprechend mehr Nahrung zu sich, so kann das Körpergewicht zunehmen; dagegen nehmen schlecht genährte oder bei der gleichen Nahrung wie früher Verbleibende unter dem Einfluss der pneumatischen Behandlung an Gewicht ab (Simonoff). Dass dabei die Muscularkraft steigt, ist bereits oben angegeben. Ausserdem sollen Blutleere und Bleichsüchtige ein blühenderes Aussehen erlangen.

Die Harn- und die Harnstoffausscheidung beim Men-

schen (Pravaz, P. Bert, Hadra) ist stark vermehrt, namentlich im Beginn der Cur, um so mehr, je höher die angewendeten Luftdruckgrade sind. Fränkel widerspricht diesen Angaben nach einem Hundeversuch auf das entschiedenste; bei Berücksichtigung aller Cautelen, die von den vorausgenannten Forschern nicht beachtet worden sind, fand er eine geringe Abnahme der Stickstoffausscheidung bei gleichbleibendem Körpergewicht; auch weist er nach, dass die von P. Bert gezogenen Schlüsse unhaltbar sind.

Die Temperatur sinkt im Widerspruch zu früheren Angaben nach Stembo während der Sitzungen um einige Zehntel Grad sowohl in der Achsel, wie im Mastdarm; S. glaubt daraus schliessen zu dürfen, dass durch den erhöhten Luftdruck die Wärmebildung im Körper unter die Norm herabgedrückt wird.

Im Uebrigen ist zu bemerken, dass selbst bei Druckgraden bis zu $4^1/_4$ Atmosphären, wenn die Steigerung eine allmälige ist, keine schlimmen oder gefährlichen Erscheinungen beobachtet werden, als höchstens eine mässige Steigerung der oben beschriebenen, z. B. ein äusserst schwacher Radialpuls; dass dagegen der zu schnelle Uebergang aus hohen Druckgraden in die der gewöhnlichen Atmosphäre sehr unangenehme, unter Umständen sogar lebensgefährliche sog. Entschleussungserscheinungen bedingt, indem durch die nicht schnell auszugleichende Druckdifferenz zwischen den inneren Körperorganen und den äusseren Theilen starke Congestionen zur Haut, Hautjucken, heftige Muskelschmerzen, Schwerathmigkeit, beschleunigter und verstärkter Herzschlag, Blutung aus Lunge, Ohr, Nase, Erbrechen, Ohnmacht und sogar der Tod durch Freiwerden von Gasen aus dem Blut und durch diese bedingte Embolien eintreten (Pol, Hoppe-Seyler u. A.) kann. Bei den therapeutisch verwendeten Druckgraden sind solche schwere Störungen bis jetzt nicht beobachtet worden.

2) Luftverdünnung. Die Wirkungen eines mehrstündigen Aufenthaltes in pneumatischen Kabinetten bei verdünnter Luft wurden von Jourdannet, Vivenot, G. Lange, P. Bert, Schyrmunski und Waldenburg einer Prüfung unterworfen und ergaben, wie vorauszusehen, gerade die gegentheilige von den Wirkungen der verdichteten Luft.

Bei einem negativen Druck von — $^3/_7$ Atmosphäre beobachtete Vivenot Benommenheit des Sensoriums, Schwindelgefühl, Stirn-, Nackenschmerz, Röthe des Gesichts und der Augenbindehaut, Augenschmerzen, erhöhtes Wärmegefühl; ferner verstärkte und erschwerte Ein-, erleichterte Ausathmung, Abnahme der Lungencapacität (das Zwerchfell steigt in Folge der Ausdehnung der Darmgase mehr in die Höhe); ferner Verminderung der Sauerstoffauf- und der Kohlensäureausgabe.

Für den Kreislauf fand Waldenburg gesteigerte und gleichzeitig erleichterte Leistungsfähigkeit des Herzens, Zunahme der

Herzschläge und der Grösse des Pulses, Zunahme der Arterienspannung, Beschleunigung des Blutumlaufs und stärkere Füllung der peripheren Haut- und wahrscheinlich auch der Lungengefässe, damit in Verbindung Volumszunahme der Weichtheile.

Der von Jourdannet und P. Bert beschriebene Sauerstoffmangel mit Folgezuständen kommt nur sehr hohen Luftverdünnungsgraden zu, wie sie therapeutisch nicht angewendet werden.

Lange Zeit hat man in der festen Annahme gelebt, dass die Athmung des thierischen Organismus unabhängig sei von dem Sauerstoffgehalt, also dem Sauerstoffpartiardruck der Luft, und hatte für diese Annahme auch eine Reihe schwerwiegender Gründe; so hatte L. Meyer gefunden, dass die Menge des vom Blute absorbirten Sauerstoffs selbst bei sehr grossen Druckunterschieden nahezu die gleiche bleibt; 1 Raumtheil gasfreien Blutes nahm bei 21° C. stets 0,092—0,095 Raumtheile reinen Sauerstoffs auf, obwohl der Druck zwischen 0,8—0,5 M. variirt wurde; ferner hatte W. Müller beobachtet, dass Sauerstoff aus abgesperrter Athmungsluft in kürzester Zeit vollständig aufgenommen wird, trotzdem, dass sein Partiardruck selbstverständlich immer mehr abnimmt u. s. w. Es stand mit diesen Thatsachen auch die Erfahrung im schönsten Einklang, dass der Mensch unter sehr wechselnden Luftdrucken leben kann, ohne wesentliche Störungen zu erleiden. Erst in neuerer Zeit zeigte P. Bert, dass, wie Alles, so auch die Unabhängigkeit der thierischen Oxydation und des thierischen Lebens vom Luftdruck, bzw. vom Partiardruck des O in derselben seine Grenze hat und dass beim Athmen im luftverdünnten Raume die Menge der Blutgase, des Sauerstoffs und der Kohlensäure, im Widerspruch zur älteren Annahme um so mehr abnimmt, je geringer der barometrische Druck wird. Bei Hunden, welche $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde der Einwirkung eines Luftdruckes von 460, 440 und 360 Mm. ausgesetzt waren, verhielten sich die aus 100 Ccm. Blut gewonnenen Sauerstoff- und Kohlensäuremengen zu den bei normalem Atmosphärendruck gewonnenen (760 Mm.) wie folgt:

Bei normalem (760 Mm.) Luftdruck enthalten 100 Ccm. Blut:		Bei vermindertem (460—360 Mm.) Luftdruck enthalten 100 Ccm. Blut:		
O	CO_2	Druck in Mm.	O	CO_2
21,5	34,9	460	20,3	30,5
17,4	33,8	„	12,5	26,4
19,8	29,1	440	16,3	23,3
20,6	39,0	360	11,9	25,2
20,1	41,1	„	8,9	34,3

Das während der Einathmung verdünnter Luft aus einer Arterie gelassene Blut zeigte sich sehr dunkel, bei den höchsten Verdünnungsgraden der Luft sogar dunkler, wie venöses Blut. Folgendes ist die wahrscheinliche Erklärung: Der Sauerstoffgehalt

des Blutes sinkt in Folge der im luftverdünnten Raum abnehmenden Diffusionsgeschwindigkeit des O durch die Wand der Lungencapillaren, sowie in Folge der durch das Emporsteigen des Zwerchfells verursachten Verkleinerung der inneren Lungenoberfläche. Der Kohlensäuregehalt sinkt durch die im luftverdünnten Raum eintretende schnellere Athmung und energischere Lungenlüftung und durch die Herabsetzung der Oxydationsvorgänge in den Zellen des Körpers, welche wieder Folge der geringeren Sauerstoffaufnahme ist. Bert hat nur die Einwirkung kurzdauernder Luftverdünnung untersucht; die sicher constatirte Gewöhnung an denselben niedrigen Luftdruck, den Bert in seinen Glocken angewendet hat, auf Höhen bei längerem Aufenthalt beweist, dass der Organismus bis zu einer gewissen Grenze allmälig durch Beschleunigung und Vertiefung seiner Athmung die zuerst eintretenden Hindernisse für Gasabsorption zu compensiren vermag.

Auf den Fleischstoffwechsel fand A. Fränkel bei einem über eine Woche ausgedehnten Hundeversuch in den ersten Tagen eine entschiedene Abnahme der Stickstoffausscheidung und bezieht dies auf einen durch die verminderte Sauerstoffzufuhr bedingten stärkeren Eiweisszerfall. In den letzten Tagen seiner Versuchsperiode zeigte sich auch für diese Verhältnisse eine Gewöhnung des Thieres, insofern die Stickstoffausscheidung wieder auf die Norm herunterging. Das Körpergewicht des Hundes sank während der Versuchszeit um 1 Kilo = 3 pCt. wahrscheinlich in Folge der vermehrten Wasserabgabe durch Haut und Lungen.

Therapeutische Verwendung.

Bis jetzt hat man nur die verdichtete Luft in den pneumatischen Kammern therapeutisch zu verwerthen gesucht, meist zunächst von theoretischen Erwägungen aus geleitet, und mit sehr sanguinischen Hoffnungen ungemein grosse Krankheitsgebiete in den Bereich derselben ziehend. Bei der wegen der hohen Betriebskosten verhältnissmässigen Seltenheit dieser Kabinette würde, selbst wenn sich die grossartigen therapeutischen Erfolge bestätigt hätten, die Menschheit im grossen Ganzen keinen ausgebreiteten Nutzen davon ziehen, da ja doch die wenigsten schon wegen der Kostspieligkeit in der Lage wären, dieselben zu benützen. Zudem heilt eine grosse Menge der bezeichneten Krankheiten entweder ganz von selbst oder doch mittelst einer ganz einfachen medicamentösen, hydriatischen u. s. w. Behandlung, so dass der Besuch pneumatischer Kabinette als ein im Verhältniss zum Zweck unverantwortlicher Luxus betrachtet werden müsste. Manche der angeblichen Indicationen beruhen zudem auf einem ganz ungemein merkwürdigen Gedankengang. Jedenfalls hat, wie auch Lange mit Bedauern hervorhebt, der Benützung der pneumatischen Kammern die maasslose Zahl der empfohlenen Krankheiten so geschadet,

dass erst eine weise Beschränkung der Zukunft diesen Schaden wird repariren können.

Folgendes sind die mit kritischer Auswahl und theils aus der physiologischen Wirkung, theils aus practischer Erfahrung abgeleiteten Indicationen:

1) Hyperämieen der Haut und Schleimhäute. Dass diese Zustände gebessert werden müssten, schloss man aus dem Erblassen der sichtbaren Haut und Schleimhäute, aus der Entfärbung der Iris, dem Verschwinden des Radialpulses u. s. w., Erscheinungen, die man theils in den pneumatischen Kabinetten, theils an Arbeitern gemacht hatte, welche in stark verdichteter Luft arbeiteten. Von Hauthyperämieen glaubt Vivenot Erysipele, Erytheme, Verbrennungen, Acne rosacea, Gefässneubildungen, Teleangiektasieen, sogar acute Exantheme zur Probe empfehlen zu sollen; ich glaube nicht, dass heutzutage noch ein rationeller Arzt in die Versuchung kommt, eine solche zu machen. Von Hyperämien der Schleimhaut nennt Vivenot: die der Nase, der Mundhöhle, des Rachens, des Kehlkopfs, der Bronchien und der Lungenzellen; ferner die der Augenbindehaut, der Eustach'schen Röhre, des Trommelfells und giebt bei einer Anzahl derselben nicht nur schnelle, sondern auch nachhaltige Heilungsbeobachtungen an: so die Heilung einer traumatischen Conjunctivitis in 4 Stunden (Foley), in 2—3 Tagen (Bertin), die schnelle Heilung beginnender Anginen (Vivenot, Bertin) in wenigen Stunden; von Heiserkeit in Folge von Stimmbandhyperämie nach forcirtem Gebrauch (Sänger, Officiere u. s. w.) in mehreren Wochen in dauernder Weise und gegen Rückfall schützend u. s. w.

Alle die genannten acuten Leiden weichen einer örtlichen und diätetischen Behandlung wohl mindestens gleichschnell und in einfacherer Weise; dagegen unterliegt es nach den zuverlässigsten Beobachtern, z. B. Lange, keinem Zweifel, dass

2) Schleimhautkatarrhe oft gebessert und geheilt werden zum Theil wegen der secretionsbeschränkenden Wirkung der verdichteten Luft; es liegen von Sandahl, Foley, Bertin, G. Lange Krankengeschichten mit Heilerfolgen vor bei Katarrhen der gesammten Athmungswege, namentlich von acuter und chronischer Coryza, chronischer Pharyngitis und Angina tonsillaris, acuter und chronischer Laryngitis und Pharyngo-laryngitis, acuter und chronischer Bronchitis; Katarrhen der Eustach'schen Röhre und der Trommelhöhle und dadurch bedingte Schwerhörigkeit, der Augenbindehaut, der weiblichen Sexualorgane (!), ferner noch von Keuchhusten, Heu-Asthma, Masernkatarrh. (Vgl. S. 22 u. 23.)

3) Blutungen, namentlich capilläre, z. B. Nasenbluten, Lungenblutung, sogar gewisse Metrorrhagien. Dass eine Besserung und Heilung erzielt werden kann durch die pneumatischen Kabinette ist nicht zu bestreiten; doch ist, abgesehen davon, dass die

Benützung eines pneumatischen Kabinettes für Blutungen oft zu umständlich oder ganz unmöglich wäre, jedenfalls die alte styptische medicamentöse Behandlungsmethode viel sicherer und schneller wirkend. Vivenot erwähnt als in diese Kategorie gehörend noch die Bluter-Krankheit, den Morbus maculosus Werlhofii und den Scorbut (!).

4) Emphysem. Von G. Lange, Vivenot, Sandahl, Weber u. s. w. werden eine grosse Zahl von geheilten oder doch wenigstens sehr gebesserten Emphysemen angeführt; und nur Wenige, wie Devay und Niemeyer geben an, geringe oder keine Erfolge gesehen zu haben. Jedenfalls ist in einer Reihe von Fällen die Besserung nur mehr symptomatisch, indem durch die vermehrte Sauerstoffaufnahme die Schwerathmigkeit und die Cyanose beseitigt wird, durch die antikatarrhalische Wirkung Nachlass des Hustens, durch die Verbesserung der Ernährung und die obengeschilderte kräftigende Herzwirkung ein Gefühl grösserer Kraft und Leichtigkeit wiederkehrt. Jedoch liegen auch genug Beobachtungen vor, aus denen hervorgeht, dass zur Besserung auch beiträgt die vermehrte Excursionsbreite des Zwerchfells bei den Athembewegungen und sogar ein Hinaufrücken desselben, also eine wirkliche Verkleinerung der Lunge; dass ferner die vitale Athmungsgrösse von Woche zu Woche steigt, das vorher herabgedrückte Herz allmählig seine Normalstellung wieder erhält; und dass endlich an Stellen, wo früher gar kein Athmungsgeräusch wahrgenommen werden konnte, allmählig sogar vesiculäres Athmen wieder sich hören lässt, wie Vivenot sagt, als „ein untrügliches und gewichtiges Zeugniss für die Wiederaufnahme der Lungenzellenfunction, für die Wiedergewinnung der eingebüssten Elasticität“; jedoch sind über letzten Punkt die Acten noch nicht geschlossen.

Mit den Heilwirkungen des transportablen Apparates bei Emphysem kann das Kabinet sowohl bei frischen, wie bei alten und veralteten Emphysemen concurriren; die complicirenden Bronchialkatarrhe und asthmatischen Anfälle beim Emphysem weichen in gleich guter Weise beiden Apparaten.

5) Von dem Asthma und zwar ebenso gut dem symptomatischen als dem sogenannten nervösen Asthma liegen Angaben vor, dass es in kürzeren, selteneren und schwächeren Anfällen zur Zeit der Sitzungen in verdichteter Luft auftritt, ja dass durch eine einzige Sitzung ein Anfall coupirt werden kann in Folge der mechanischen Erweiterung der Bronchiolen und der vermehrten Sauerstoffzufuhr zum Blute.

6) Ueber die Lungenschwindsucht und Anlage dazu folgert Vivenot aus einer 400 Fälle umfassenden Casuistik, namentlich französischer Beobachter, dass im ersten und zweiten Stadium Heilung, im dritten wenigstens Erleichterung geschafft werden kann. Nur fiebernde und an acuter Tuberculose Leidende müssten von

dieser Behandlung ausgeschlossen werden. Günstig für die Schwindsucht sei die pneumatische Kabinetsbehandlung durch die Besserung des begleitenden Katarrhs, der Lungenentfaltung, der entzündlichen Vorgänge, der Ernährung und des allgemeinen Kräftezustandes und durch die Heilung der Hämoptoe. Hauptsächliches Gewicht müsse gelegt werden auf eine methodisch anzuordnende Ausführung tiefer und langsamer Athemzüge im Kabinette, einer ruhig (nicht forcirt) eingeleiteten Athmungsgymnastik.

7) Dass Lungenatelektase und Asphyxie durch das Kabinet geheilt werden kann, scheint unmittelbar aus den physiologischen Wirkungen zu folgern; Pravaz und Sandahl theilen auch je 1 geheilten Fall mit.

8) Die Folgezustände pleuritischer Exsudate, z. B. Compression der Lunge und Verkrümmungen der Wirbelsäule, Einziehung des Brustkastens wurden durch Pravaz, Devay u. A. gebessert und geheilt.

Damit ist aber die Aufzählung der im Kabinette zu heilenden Krankheiten noch lange nicht erschöpft; die Phantasie, namentlich französischer Kabinetsbesitzer, hat fast die gesammte Pathologie zur Domäne der Kabinette zu machen gesucht. Wenn es noch einen vernünftigen Sinn hat, das Kabinet als Heilmittel gegen Engbrüstigkeit, meinetwegen auch bei Blutleere und Bleichsucht und Appetitlosigkeit wegen der Aufbesserung des Appetits und der Ernährung, oder bei Herzkrankheiten wegen der aufgezählten Wirkungen auf den Kreislauf vorzuschlagen: so ist es doch ein wirklich kühnes Stück, in gleicher Weise auch Scrophulose, Rhachitis, die mit diesen Zuständen zusammenhängenden Lymphdrüsenschwellungen und Knochenkrankheiten, wie Caries, Coxarthrocace, tuberculöse Degeneration der Wirbelknochen (!) curiren zu wollen, weil Lange bei im Kabinet behandelten Kranken Retention der Phosphate im Körper gefunden zu haben glaubte. Ebenso ist es nicht zu verantworten, wegen einer im Kabinet beobachteten Aufbesserung der Ernährung und vermehrter Sauerstoffzufuhr ausser der Blutleere und Körperschwäche und allen damit zusammenhängenden Zuständen auch noch die gichtischen und rheumatischen Krankheiten, Leukämie, Wechselfieber, gangränöse Processe, sogar der Lunge, indolente oder mit jauchiger Secretion behaftete Geschwüre als zur pneumatischen Behandlung geeignet zu empfehlen. Geradezu unbegreiflich ist die Empfehlung der comprimirten Luft im Kabinette bei Hyperämien und Entzündungen tiefer gelegener Organe: bei Gehirnhyperämie und damit zusammenhängender Geistesstörung, Kopfweh; Schwindelanfällen; Hemi- und Paraplegie; chronischen Leber- und Milzentzündungen; oder bei Fettsucht, weil arme in verdichteter Luft arbeitende Bergleute bei mangelhafter Nahrung abmagerten; oder (wegen der von Lange beobachteten Kräftigung der Musculatur) bei progressiver Muskelatrophie; bei Chorea; oder (wegen einer resorptionsbefördernden Wir-

kung) bei Ovarialcysten, gichtischen Ablagerungen, Elephantiasis, Lupus, Psoriasis, Pemphigus; oder (wegen der Compression der Gase, namentlich der Darmgase) bei Meteorismus, eingeklemmten Hernien.

Ich halte es nicht für unmöglich, dass unter den oben angegebenen oder absichtlich verschwiegenen Krankheiten in der That die einen oder die andern vielleicht gebessert, ja geheilt werden können; allein wir müssen uns heutzutage so lange ablehnend verhalten, bis zwingende Beweise geliefert sind. De la Prade, der Berichterstatter der medicinischen Gesellschaft zu Lyon über diesen Gegenstand glaubte schon im Jahre 1840 sagen zu dürfen, es handle sich hier weniger um ein neues Heilmittel, als vielmehr um ein „vollständiges, gegen alle Krankheiten wirkendes Heilverfahren“ (méthode curative tout entière). Heute, also 40 Jahre später, können wir nur erst sagen, dass das pneumatische Kabinet ein Heilverfahren ist, welches gegen mehrere Krankheiten, namentlich Respirationskatarrhe, Emphysem, Asthma sehr günstig wirkt, dass aber für die meisten theoretisch erschlossenen Krankheiten ein hinreichender Beweis der günstigen Wirkung immer noch erst zu erbringen ist.

Ersatz der pneumatischen Methode durch einfache Tief- und Langathmung.

Es ist aus den bei den tragbaren pneumatischen Apparaten angegebenen physiologischen Wirkungen bereits ersichtlich gewesen (S. 16), dass zwischen den verschiedenen Phasen der gewöhnlichen Athmung in der freien Atmosphäre und zwischen den Ein- und Ausathmungen in verdichtete, bzw. verdünnte Luft am transportablen Apparat nur ein gradueller Wirkungsunterschied besteht. Ferner ergiebt die folgende Betrachtung, dass man durch willkürliche Veränderung in der Dauer und Stärke der gewöhnlichen Ein- und Ausathmungen die der pneumatischen Einwirkung ähnlichen mechanischen Wirkungen auf Brust und Kreislauf beliebig schwächen oder verstärken kann; sowie dass man in einer entsprechend geleiteten Athemgymnastik bei einer Reihe von Krankheiten ein dem pneumatischen Apparat ähnlich günstig wirkendes Verfahren besitzt. Wenn diese Athemgymnastik nicht in derselben ausgedehnten Weise berücksichtigt wird, wie die Athmungen aus den pneumatischen Apparaten, so liegt dies nicht im Wesen dieser Therapie, auch nicht an der mangelhaften Kenntniss der Wirkungen der Athmungsgymnastik, sondern einzig und allein an der Eigenthümlichkeit der Menschen, dass sie das, was sie sehr leicht und billig haben können, nicht schätzen und achten.

Physiologische Wirkung.

1) Stark vertiefte und verlängerte Einathmungen müssen alle Wirkungen einer gewöhnlichen Einathmung in erhöhtem Maasse und die einer Einathmung aus oder Ausathmung in verdünnte Luft in theilweisem Maasse hervorrufen, nämlich: Verdünnung der Lungenluft bis zum Ende der Einathmungsbewegung; in Folge dessen leichtere Einsaugung des venösen Blutes in den Brustraum und stärkeren Blutzufluss zur Lunge; bei methodischer täglicher Uebung natürlich auch in Folge des letzteren Umstandes bessere Ernährung der Lunge; stärkere Ausdehnung der Lunge nach allen Durchmessern, ausgedehntere und grössere Lungenlüftung, da entsprechend dem eingeathmeten grösseren Luftvolumen auch mehr Luft ausgeathmet wird; bessere Fortschaffung der Bronchialsecrete, Freimachung verstopfter Bronchiolen, Kräftigung sowohl der Ein- wie der Ausathmungsmusculatur; in Folge Verminderung des auf dem Herzen lastenden Drucks leichtere Dilatation und bessere Füllung namentlich des rechten Herzens mit Blut. Wenn dann auch zwar die in die Einathmungsperiode fallenden Herzcontractionen schwächer ausfallen und weniger Blut in die Aorta treiben können, so wird dieses Verhalten des Herzens immer sogleich compensirt durch die nächste Ausathmung; denn jede Ausathmungsbewegung begünstigt umgekehrt die systolische Entleerung des Herzens und bringt wieder eine grössere Blutwelle in das Aortensystem, da ja bei der vorausgehenden tiefen Einathmung das Herz sich stärker mit Blut zu füllen Gelegenheit hatte.

Dieses einfache Verfahren kann willkürlich in der mannigfachsten Weise verändert werden, dadurch, dass man es verschieden lang, verschieden tief und mit verschieden weiter Eingangsöffnung für die Luft (also z. B. mit weit geöffnetem Mund oder als entfernteste Gegenstufe nur mit 1 Nasenloch) ausübt. Je länger die tiefe Einathmung dauert und je enger die Eingangspforte für die eintretende Luft ist, um so höhere Verdünnungsgrade der Luft und um so stärkere mechanische Wirkungen werden in Beziehung auf Athmung und Kreislauf erreicht. Während bei ruhiger Einathmung in den zuleitenden Canälen ein sehr schwacher negativer Druck (— 1 Mm. Hg) herrscht, kann derselbe durch die genannten Modificationen auf — 36, ja auf — 74 Mm. Hg kommen (Donders). Und da keine äussere blinde Kraft, sondern das eigene Behagen an den daran sich anknüpfenden Vorgängen mitarbeitet, kann auch nicht leicht ein Schaden erwachsen. Bei geschlossenem Mund und Nase gemachte Einathmungsbewegungen verdünnen natürlich die Luft im Brustraum noch viel stärker, wie gewöhnliche tiefe Einathmungen; das rechte Herz und der kleine Kreislauf werden ausserordentlich stark, der grosse Kreislauf nur noch sehr schwach mit Blut gefüllt.

2) Langdauernde Ausathmungen bei verengter Stimmritze (wie beim Schreien, Singen, Vorlesen) haben natürlich die Wirkung einmal einer gewöhnlichen Ausathmung, nur je nachdem in sehr verstärktem Grade; dann auch, wie bereits erwähnt, eine ähnliche Wirkung, wie bei Einathmung verdichteter Luft: Starke Steigerung des Drucks in der Lungenluft (von dem Druck einer gewöhnlichen Ausathmung = + 2—3 Mm. Hg kann eine Steigerung eintreten bis auf + 80, ja 100 Mm. Hg, Donders); in Folge des auf dem Herzen und den Gefässen lastenden Drucks geringer Blutzufluss ins Herz; geringe Füllung desselben in Diastole, demnach auch trotz kräftiger systolischer Zusammenziehung nur schwache Pulswelle. Wenn man nach vorausgegangener tiefster Einathmung die Stimmritze ganz schliesst und nun eine starke Ausathmungsbewegung versucht, kann dieser intrathoracische Druck so gesteigert werden, dass in Folge der hierdurch stattfindenden Compression der Herzkammern und -vorkammern der Kreislauf für eine kurze Zeit sogar ganz aufgehoben werden kann; da die Körpervenen ihr Blut während dieser Zeit nicht in das Herz entleeren können, schwellen sie ausserordentlich an; das von vorher noch in der Lunge strömende Blut selbst wird durch den hohen Druck der Lungenluftsäule schnell in die linke Vorkammer entleert, und die Lungen werden äusserst anämisch; das Herz bekommt schon nach seinen ersten Zusammenziehungen kein weiteres Blut mehr; in Folge dessen werden die Herztöne, der Puls immer schwächer und schwächer, um unter Umständen ganz zu verschwinden.

Therapeutische Anwendung.

Es leisten also, wie oben gezeigt worden ist, methodische Tiefein- und Langausathmungen ähnliches, wie die gebräuchlichsten Athmungsmethoden am transportablen pneumatischen Apparate, und es kann daher nur Wunder nehmen, dass, nachdem man einmal dieses Gleichartigsein erkannt hatte, nicht auch sogleich festzustellen versucht wurde, wann man in der einen Weise mit, wann man in der andern Weise ohne Apparate Athmungsgymnastik treiben müsse. Da wir bei letzterer ohne jede Kosten mit den uns von der Natur geschenkten Hülfsmitteln allein auskommen, ist es wohl von vorneherein klar, dass wir in allen Fällen, wo beide Methoden gleiches leisten, natürlich lieber die einfache apparatlose Athmungsgymnastik treiben lassen.

Nach den ausführlichen Auseinandersetzungen, die bei der pneumatischen Therapie zu finden sind, muss als Fundamentalsatz aufgestellt werden, dass alle Krankheiten, deren Symptome durch stärkere Muskelthätigkeit gebessert werden können, als da sind: schwache Stimme, schmale Brust mit allgemeiner Körperschwäche, Anlage zu Lungensucht, Bronchialkatarrhe, verschiedene Lungensuchten, von einer reinen Athemgymnastik allein Besserung oder Heilung erfahren können; dass da-

gegen alle Krankheiten mit schweren mechanischen Störungen, deren Symptome durch starke Muskelaction nicht gebessert, sondern unter Umständen sogar verschlimmert werden, wie mechanische Stenosen in den zuleitenden Luftwegen, Lungenemphysem, Asthma, Pleuritis und deren Folgezustände, Empyem nur Gegenstand einer pneumatischen Behandlung sein können. Hinsichtlich einer Behandlung von Functionsstörungen bei Herzkrankheiten liegen noch so wenig Beobachtungen vor, dass es besser ist, dieses Thema jetzt überhaupt nicht zu behandeln.

Ueber die Art und Weise der athemgymnastischen Behandlung der oben genannten Krankheiten besteht nicht und wird wohl auch nie irgend eine feste Norm aufgestellt werden können. Hier muss die Natur und Schwere der Krankheit auf der einen, und die Individualität des Kranken auf der andern Seite wohl stets zu einer individualisirenden Behandlung führen, deren abgrenzenden Maassstab nur das Behagen des Kranken und die Besserung der Krankheitserscheinungen abgeben müssen. Ein mit einem Bruch behaftetes Kind dürfen wir nicht schreien, eine heisere, an Kehlkopfgeschwüren leidende Person nicht singen, einen Fusskranken nicht Berge besteigen lassen. Wir können gegenwärtig folgende Hauptarten der anwendbaren Athemgymnastik unterscheiden:

1) Das Schreien der Kinder ist ein natürlicher auf Reflexen aufgebauter ausserordentlich starker heilgymnastischer Act. Nicht nur minuten-, sondern $^1/_4$—1 Stunde lang sieht man einen jungen Weltbürger zuerst die forcirtesten und ungemein verlängerten Ausathmungsübungen bei stark verengerter Stimmritze ausführen, so dass der gepresste Luftstrom nur unter lauten, meist misstönenden Schallerscheinungen ins Freie gelangen kann; eine einzige dieser 100 und noch öfter hintereinander nur durch kurze (2 Secunden dauernde) Einathmungen unterbrochenen laut tönenden Ausathmungsbewegungen kann, wie ich beobachtet, in den äussersten Fällen bis zu 30 und 35 Secunden andauern und steigert natürlich alle oben geschilderten Athmungs- und Kreislaufssymptome auf eine ausserordentliche Höhe; die gleichzeitig mit vorgenommene allgemeine Körpergymnastik, bestehend in unaufhörlicher Ausstreckung und Anziehung der Extremitäten, wälzenden Körperbewegungen führen zu einer starken Steigerung der Oxydationen, Schweissbildung; die Darmbewegungen werden beschleunigt; Koth und Urin wird ausgestossen. Man bemerkt stets, dass dieser gewaltige Schreiausathmungsparoxismus vorüber geht, wenn durch die genannten heftigen gymnastischen Uebungen diejenige Unbehaglichkeit, welche den ersten Anstoss zu denselben gab, gehoben ist; also bei starken Schleimüberladungen des Bronchialrohrs und dadurch bedingter Athmungserschwerung kann man beobachten, wie im Laufe des Schreiens allmälig immer heftigere Rhonchi bis in die Trachea gelangen und schliesslich durch einen leichten Hustenstoss, der

den Schleim über den Kehlkopf hinausbefördert, Erleichterung und und damit Ruhe des Kindes eintritt; oder wie die angesammelten Darmgase, Koth und Urin entladen werden. Unmittelbar nach diesen durch die forcirte Ausathmungsmechanik bewirkten Erleichterungen fällt das Kind nicht sogleich wieder der träumerischen Ruhe anheim, sondern es kommt nun noch ein Stadium tiefer und beschleunigter Ein- und Ausathmungen zum Vorschein, welches erst aufhört, wenn die durch die langen gymnastischen Ausathmungsübungen gestörten Kreislaufsverhältnisse wieder in die richtige Norm zurückgekehrt sind. Wir sehen also, wie das Kind unwillkürlich die 2 Hauptmodificationen der Athemgymnastik mit einander verbindet; bei stark belästigenden Störungen der Körperfunctionen unter Vorwiegen der Ausathmungs-, bei weniger belästigenden unter Vorwiegen der Tiefathmungsgymnastik. Die Thatsache, dass starkes und vieles Schreien wesentlich die Gesundheit und Entwickelung des Kindes befördert, ist seit den ältesten Zeiten anerkannt (Schreikinder — Gedeihkinder); und hat zur volksgeläufigen Prognose geführt, dass zu ruhige und stille (brave) Kinder nicht alt werden. Wer weiss, wie viele spätere allgemeine Schwächezustände, Anämien, Chlorosen, tuberculöser Habitus dem Bestreben thörigter Mütter zuzuschreiben ist, ihre Kinder nie schreien zu lassen, sondern durch betäubendes Schaukeln in Wiegen oder auf den Armen in Schlaf zu versetzen? Allerdings wird die Schreigymnastik des Kindes nur dann den vollen Erfolg haben, wenn die Kinderzimmerluft rein, und nicht wie meist mit Athem- und anderen excrementitiellen Gasen überladen ist.

2) Auch das Singen ist als ein zweckentsprechender heilgymnastischer Act zu betrachten, bei dem immer auf tiefe Einathmungen sehr lange verzögerte Ausathmungen erfolgen. Da der Brustkasten während der letzteren meist sehr lange in Einathmungsstellung gehalten wird, so werden namentlich die Ausathmungsmuskeln dadurch im Laufe der Zeit sehr gekräftigt. Viel Singen ist nicht nur ein Ausdruck vorhandener Gesundheit, sondern auch ein Erhaltungsmittel der Gesundheit.

Man hat in Gefängnissen, in denen die Menschen sehr rasch an der Lungensucht dahinsterben, das Singen mit Recht als Gegenmittel eingeführt. Ciccolini empfiehlt namentlich auch eine genaue Beobachtung der Art und Weise des Einathmens beim Singen; es soll immer ein tiefes Bauchathmen geübt werden und die Einathmung während des Singens wenn irgend möglich durch die Nase erfolgen.

Wie das Singen ist auch das laute getragene Vorlesen und Declamiren ein athmungsgymnastischer Act.

3) Ferner kann das Spazierengehen in athmungsgymnastischer Richtung verwendet werden, und man kann hier den Vortheil des Genusses möglichst reiner Luft mit verbinden. Zu starke und zu schnelle körperliche Bewegung ist nicht ohne Gefahr, da

während derselben nur ein beschleunigtes oberflächliches Athmen, aber kein tiefes volles Athmen stattfinden kann. Am zweckmässigsten lässt man mässige Höhen auf nicht zu steilen Pfaden ersteigen; denn nichts regt das tiefe und volle Athmen mehr an als Bergsteigen.

4) Die eigentliche Athemmuskelgymnastik. Die bis jetzt besprochenen Methoden waren lauter unwillkürliche, bei denen die Kranken, auch ohne daran zu denken, ihre Athemmuskeln exerciren müssen.

Bei dieser dagegen muss der Kranke bei jedem Athemzuge an seine Aufgabe denken und unterbricht seine Athemgymnastik stets, so oft in Folge von Ideenassociation seine Gedanken sich ablenken. Deshalb ist es nicht möglich, einen Brustkranken den ganzen Tag hindurch active bewusste Athemgymnastik treiben zu lassen, was natürlich von Vortheil für ihn sein könnte. Aber man kann dann wenigstens alle 2 Stunden $1/4$ Stunde lang methodisch und curmässig sehr tief (Bauchathmen) und langsam durch die Nase einathmen, die Einathmung etwas anhalten und langsam wieder ausathmen lassen. Hinsichtlich der Dauer dieser Uebungen richtet man sich nach der eintretenden Ermüdung; je eher dieselbe eintritt, um so kürzer sei die Uebung; mit zunehmender Kräftigung dehne man sie immer länger aus.

Literatur.

a) Tragbare pneumatische Apparate.

v. Basch, Wien. med. Jahrb. 1877. — Berkart, J. B, (Zwei neue Athmungsapparate) Lancet II. 22. Nov. 1871. — Biedert, Ph., Billiger pneumatischer Apparat mit gleichmässiger Wirkung und unbegrenzter Wirkungsdauer. Berl. klin. Wochenschr. XI. 29. 1874. — Nachträge zu dem pneumatischen Rotationsapparat. Berl. klin. Wochenschr. XII. 50. 51. 1875. — Beiträge zur pneumatischen Methode. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1876. XVII. S. 164. — Brösicke, Die Heilung der Brustschwäche. Berlin. 1857. — Coën, Respirationsapparat bei Stotternden. Wien. 1877 — Cube, v., Ein pneumatischer Doppelapparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berl. klin. Wochenschr. XI. 4. S. 41. 1874. — Der pneumatische Doppelapparat und das combinirte Verfahren bei der mechanischen Behandlung der Krankheiten der Respirationsorgane. Wien. med. Wochenschr. XXIV. 28. 29. 1874. — Seitenlage bei Inspiration comprimirter Luft, um auf die kranke Lunge einzuwirken. Berl. klin. Wochenschr. XII. 1. 1875. — Dobell, Horace, Eine Residualluftpumpe. Brit. med Journ. 10. Febr. 1872. — Drosdoff u. Botschetschkaroff, Die physiologische Wirkung der im Waldenburg'schen Apparat comprimirten Luft auf den arteriellen Blutdruck der Thiere. Vorläufige Mittheilung. Centralbl. für die med. Wissenschaften. 1875. XIII. 5. — Drosdoff, Centralbl. für die med. Wissensch. 1875. XIII. 45. 46. — Fränkel, B., Demonstration eines pneu-

natischen Apparates (Berl. med. Gesellschaft). Berl. klin. Wochenschr. XI. 14. S. 169. 1874. — Ein billiger pneumatischer Apparat. Berl. klin. Wochenschr. XII. 19. 1875. — Geigel, A., Vorläufige Mittheilung über einen continuirlich wirkenden, transportablen pneumatischen Apparat mit neuem mechanischem Princip. Deutsche med. Wochenschrift. 1876. II. No. 22. — Der Schöpfradventilator. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 18. 1876. — Das Schöpfradgebläse. Leipzig bei Vogel. 1877. — Gerhardt, Die Behandlung des Lungenemphysems durch mechanische Beförderung der Exspiration. Berl. klin. Wochenschr. 1873. 3. — Hänisch, Deutsch. Arch. f. klin Med. XIV. 5. u. 6. S. 445. 1874. — Hauke, J., Ein Apparat für künstliche Respiration und dessen Anwendung zu Heilzwecken. Wien. 1870. Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde. XVI. 19. 20. 1870. — Zur Behandlung des Lungenemphysems mittelst künstlicher Beförderung der Respiration. (Verhandlungen der Gesellschaft der Aerzte in Wien.) Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde. XVI. 33. 34. 1870. — Nachtrag. Wien. 1872. Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde. XVIII. 37. 1872. — Ueber Verbesserung seines Apparates für künstliche Respiration. Mittheilungen des ärztlichen Vereins in Wien. II. 8. S. 90. 1873. Wien. med. Wochenschr. XXII. 17. 1873. — Wiener medic. Presse. XIV. 19. S. 246. 1873. — Lambert, Étude etc. sur l'action de l'air comprimé. Paris 1877. — Lange, G., Der transportable pneumatische Apparat und das pneumatische Kabinet. Deutsche med. Wochenschrift. 1876. II. No. 12. 13. — Die transportablen pneumatischen Apparate. Deutsche med. Wochenschr. 1876. II. No. 24. — Liebig, G. v., Beiträge zur Balneologie und pneumatischen Therapie. Deutsch. med. Wochenschr. 1876. II. No 22. — Rohden, L., Wien. med. Wochenschr. XXIII. 17. 18. 1873. — Schnitzler, Joh., Wiener med. Presse. XV. 14. 15. 1874. — 10. 19. 21. 23. 1874. — Die pneumatische Behandlung der Lungen- und Herzkrankheiten. Wiener Klinik. I. Jahrgang. 6. Heft. Juni 1875. — Simonoff, Lewess u. A., Verhandlungen des Petersburger medic. Vereins. Petersb. med. Zeitschr. N. F. III. 3. 1872. — Sommerbrodt, Jul., Zur Behandlung des Bronchialkatarrhes mit comprimirter Luft. Berl. klin. Wochenschrift. XI. 20. 25. 1874. — Beiträge zur Würdigung des Waldenburg'schen Apparates. Berl. klin. Wochenschrift. XI. 31. 1874. — Störk, K., Ueber einen neuen Athmungsapparat. Wien. med. Wochenschrift. XXIV. 5. 20. 24. 39. 40. 1874. — Mittheilungen über Asthma bronchiale und die mechanische Lungenbehandlung, nebst einem Anhang über den Hustenreiz. Stuttgart. 1875. F. Enke. — Tobold, Zur Lungengymnastik. Deutsche Klinik. 11. 1875. — Waldenburg, L., Ein transportabler pneumatischer Apparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berl. klin. Wochenschr. X. 39. 40. 1873. — X. 46. 47. 1873. — XI. 4. S. 44. 1874. — Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Circulationskrankheiten im Anschluss an die Pneumatometrie, Spirometrie und Brustmessung. Berlin. 1880. 2. Aufl.

b) Pneumatische Kammern.

Bauer, L., Krankmachende Wirkungen des stark erhöhten Luftdruckes auf das Gehirn und Rückenmark bei Menschen: — The St. Louis Medical and Surg. Journ. Vol. VII. (Nr. 5. III.) Nr. 3. p. 235. May 1870. — Bert, P., Recherches expérimentales sur l'influence, que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Compt. rend. T. LXXIII. p. 213. 503. T. LXXV. p. 491. 543. T. LXXVI. p. 1493. T. LXXVIII. p. 111. — Bertin, E., Étude clinique de l'emploi et des effets du bain d'air comprimé dans le traitement de maladies de la poitrine etc., selon les procédés de Mr. Emile Tabarié. Paris 1867. Ad. Delahaye. — Fränkel, Einfluss der verdünnten und verdichteten Luft auf den Stoffwechsel. Zeitschr. f. klin. Med. II. S. 56. — Hadra, Die Einwirkung comprimirter Luft auf Harnstoffausscheidungen. Zeitschr. f. klin. Med. I. 109. — Jacobson und Lazarus, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1877. S. 929. — Jourdannet, L'air rarifié dans ses rapports avec l'homme sain et l'homme malade. Paris 1862. J. B. Baillière. — Lange, G.,

Der pneumatische Apparat. Mittheilungen über die physiologischen Wirkungen und die therapeutische Bedeutung der comprimirten Luft. 2. Aufl. Ems 1868. L. J. Kirchberger. — Liebig, G. v., Der pneumatische Apparat zu Reichenhall und andere Fortschritte des genannten Kurortes. Bayer. ärztl. Intelligenzbl. 1867. — Der pneumatische Apparat zu Reichenhall während 1867. Bayer ärztl. Intelligenzbl. 1868. — Ueber das Athmen unter erhöhtem Luftdruck. Zeitschr. f. Biologie 1869. Bd. V. Heft I. — Untersuchungen über Ventilation und Erwärmung der pneumatischen Kammer vom ärztlichen Standpunkt, angestellt am pneumatischen Apparat der Gebrüder Mack in Reichenhall. München 1869. — Asthma bei Lungenemphysem, Besserung durch erhöhten Luftdruck. Bayer. ärztl. Intelligenzbl. 1876. No. 26. — Ueber den Einfluss der Veränderungen des Luftdruckcs auf den menschlichen Körper. Arch. f. klin. Med. VIII. 1871. — Die Wirkung des erhöhten Luftdruckes der pneumatischen Kammer auf den Menscben. Deutsche Klinik. 1872. No. 21. 22. — Ueber die Blutcirculation in den Lungen und ihre Beziehungen zum Luftdruck. Arch. f. klin. Med. X. 1872. — Die Anwendung des erhöhten Luftdruckcs der pneumatischen Kammern als Heilmittel. Wien. med. Wochenschr. 1875. No. 23 u. 24. — Panum, Ueber die physiologischen Wirkungen der comprimirten Luft. Pflüger's Arch. d. Phys. 1868. I. — Pravaz, J. C., Recherches experimentales sur les effets physiologiques de l'augmentation de la pression atmosphérique. Paris. G. Masson. 1875. — Schirmunsky, Ueber den Einfluss der verdünnten Luft auf den menschlichen Organismus. Inaug.-Diss. Berlin 1877. — Simonoff, Ueber die Wirkungen der verdichteten Luft auf die Respirationsorgane. Petersb. med. Ztschr. Neue Folge. III. 3. p. 269. 1873. — Ueber die Wirkung der verdichteten Luft auf den allgemeinen Ernährungszustand des Körpers. Petersb. med. Ztschr. N. F. V. 3. 1875. — Vivenot, R. v. jun., Zur Kenntniss der physiologischen Wirkungen und der therapeutischen Anwendung der verdichteten Luft. Erlangen. Ferd. Enke. 1868. — Waldenburg, Die locale Behandlung der Krankheiten der Respirationsorgane. Berlin. 1872. — Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Circulationskrankheiten etc. Berlin. 1880.

Klima.

Klimatotherapie.

Unter Klimatotherapie versteht man die Lehre von der Förderung der Gesundheit, sowie von der Besserung oder Heilung von Krankheiten durch die Wahl entsprechender Aufenthaltsorte in einem zuträglichen Klima.

Klima nennt man die allgemeine Beschaffenheit eines Landes, soweit sie von dessen Sonnenbeleuchtung, Luft, Boden und Wasser abhängig ist. Klima ist demnach etwas ungemein Zusammengesetztes und Wechselndes und hat nur in gewissen durchschnittlichen Beziehungen für jedes Land etwas Characteristisches.

Für die Sonne kommt in Betracht, ob sie häufig oder selten scheint, wie lange die einzelnen Jahreszeiten dauern. Für die Luft einer Gegend kommt in Betracht: ihre Dichtigkeit (Luftdruck), Wärme, Feuchtigkeit, Niederschlag, Bewegung, Winde, Zusammensetzung. Für den Boden, ob Ebene, ob Bergland, wie hoch über dem Meere er liegt, ob er trocken oder feucht, sumpfig, waldreich oder baumarm ist; ob er viel oder wenig fliessendes Wasser hat; ob er bebaut ist oder nicht, ob Acker-, Wiesen-, Waldland. Für Wasser, ob eine Gegend am Meere oder an einem Binnensee liegt; ob sie wasserarm oder wasserreich; von welcher Beschaffenheit das Trink- und Badewasser ist.

Alle diese vielen Factoren erleiden hochgradige Verschiebungen in den verschiedenen Jahreszeiten; der Winter giebt jeder südlichen Gegend ein nördliches, der Sommer umgekehrt dem Norden ein südliches Gepräge. Auch hat es der Mensch in der Hand, an den klimatischen Factoren seiner Heimath eine Reihe willkürlicher und künstlicher Aenderungen vorzunehmen und zwar zunächst durch die Einrichtung seiner Wohnungen. Man ist daher genöthigt, zu dem allgemeinen Klima auch ein Haus- und Stubenklima (P. Niemeyer) anzunehmen; denn es ist dem civilisirten Menschen ge-

lungen, sich innerhalb der furchtbarsten Kälte ein südlich warmes Klima in seiner unmittelbaren Umgebung zu schaffen, und in dem heissen tropischen Lande durch Wasserverdunstung sich behagliche feuchte Kühle zu bereiten, sowie bei strömendem Regen im Trocknen zu verharren. Schlechte Wohnungsverhältnisse umgekehrt können den italienischen milden Winter schwerer ertragen lassen, als selbst den eisigen russischen die dortigen Heizungsverhältnisse. — Auch durch die Bekleidung ist es dem Menschen möglich geworden, sich gegen eine Menge klimatischer Factoren zu wehren, namentlich gegen die Kälte und Nässe.

Zu all diesen natürlichen mit der Jahreszeit wechselnden und künstlichen Modificationen kommt noch, dass in jedem Jahre das Gesammtklima wechselt; dass in dem einen Jahre dieselbe Gegend ungemeine Trockenheit zeigt, welche das Jahr vorher über unaufhörlich strömenden Regen zu klagen hatte; dass einmal der Winter hart und eisigkalt, Bäche und Flüsse monatelang in einen Eispanzer schnürt, ein anderes Mal es gar nicht zum Gefrieren bringt, und feuchtwarme Stürme monatelang durch die entlaubten Bäume brausen lässt.

Die Klimatologie, d. i. die Lehre von den verschiedenen Klimaten, ist daher gegenüber der unendlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und bei der geringen Zahl von Bearbeitern noch in ihrer Kindheit; die Meteorologie, auf welche sich jene stützen muss, hat zwar schon ganz bedeutende Fortschritte gemacht, so dass sie z. B. auf 24 Stunden das Wetter anzusagen sich getraut; aber auf Monate voraus ist es auch ihr nicht möglich, selbst gewaltige Wechsel im Character der Jahreszeiten zu diagnosticiren.

Die Klimatotherapie stützt sich demnach auf noch lauter unsichere Verhältnisse und jeder Kranke, der in ein „besseres Klima" geschickt wird, wird immer eigentlich ins Ungewisse geschickt; denn in diesem Jahre kann jenes bessere Klima schlechter sein, als sein heimathliches. Hierzu kommt noch die niedrige wissenschaftliche Stufe, auf der gegenwärtig die Lehre von der therapeutischen Verwendung klimatischer Verhältnisse steht; das Klima als Heilmittel gleicht im Hinblick auf die Complicirtheit und geringe physiologische Durcharbeitung ganz und gar den alten an 50 und 60 verschiedenen Pflanzen zusammengesetzten physiologisch und therapeutisch unentwirrbaren Lebenselixiren.

Vom hohen Norden bis in den fernen Süden sucht jeder in einer nur irgend annehmbaren Gegend befindliche Hotelbesitzer neben seinem Wirthsschild noch den eines klimatischen Curortes anzuhängen, gegenwärtig namentlich den eines Höhencurortes, wenn sein Gasthof das Glück hat, einige 100 Fuss über dem Meere zu stehen. Und leicht findet sich ein Verfasser, der die hygieinisch-klimatisch günstigen Verhältnisse der betreffenden

Gegend nachweist; da ist ein Fichtenwald in der Nähe; vor dem Nordwind oder Ostwind schützt ein günstig gelegener Berg; aus dem Born quillt ein schöner Quell, der manchmal etwas mehr Kohlensäure als gewöhnlich enthält; und je nach der gerade herrschenden Theorie wird bei diesen Curorten bald auf die Wärme, bald auf die Kälte, bald auf die Reinheit, bald auf die Dünnheit, bald auf den Salzgehalt und die Feuchtigkeit der Luft das meiste Gewicht gelegt.

Und in der That, die ungemeine Complication in den klimatischen Verhältnissen eines jeden Ortes macht auch eine wissenschaftliche Untersuchung der Einwirkung eines jeden einzelnen Factors ungemein schwierig, ja oft noch geradezu unmöglich. Deshalb finden sich leider die meisten physiologischen Wirkungen nicht sowohl durch wissenschaftliche Methoden nachgewiesen, als vielmehr nur theoretisch erschlossen. Das Schicken in klimatische Curorte ist trotz dieser wissenschaftlichen Unsicherheit eine allgemeine Modesache geworden, dass es wohl ein vergebliches Beginnen wäre, dagegen anzukämpfen, um so vergeblicher, da eine Wahrheit der ganzen Sache zu Grunde liegt. Jedoch will ich in Folgendem wenigstens versuchen, die Dinge ohne umgehängten hypothetischen Mantel zu betrachten und zu zeigen, wie wenig auf der einen Seite wir noch klimatophysiologisch und theurapeutisch wissen, wie gross auf der andern Seite die Phrase herrscht. Es liegt mir, ich betone ausdrücklich, ganz fern, hiermit einen Tadel auf die bisherigen Arbeiten über Klimatotherapie zu werfen. Denn es ist ein unausweichliches Schicksal aller Pioniere, welche in ein noch unbekanntes Land eindringen, dass sie zuerst auf Irrwege gerathen und nicht immer sogleich den nächsten Weg finden. Meiner Ansicht nach verdienen dieselben für ihre Selbstopferung nur Lohn und Anerkennung und nicht, wie es von den aus der Ferne bequem Abwartenden zu geschehen pflegt, Verketzerung. Die Heftigkeit der Leidenschaft, mit der man gerade in klimatotherapeutischen Fragen gegen die verdienstvollen Neuerer vorgegangen ist, steht im umgekehrten Verhältniss zur Stärke der wissenschaftlichen Begründung der eigenen Ansicht.

Physiologische Wirkung der einzelnen klimatischen Factoren.

Wir müssen uns hier genügen lassen, nur die in die Augen fallenden physiologischen Wirkungen dieser Factoren, also der Wärme und Kälte, des Druckes der Luft, der Winde, der Feuchtigkeit und der Niederschläge, sowie des Bodens zusammenzustellen; einzelne, wie die Temperatur, der Luftdruck sind in diesem Buche einer eigenen und ausführlichen Betrachtung unterworfen

worden und müssen auch bei den verschiedenen Klimaten zum Theil nochmals mit berücksichtigt werden, so dass dieses Kapitel eigentlich nur einen kurzen Ueberblick über die Grundlagen der Klimatophysiologie zu geben hat. Uebrigens ist es leichter, die Wirkungen der einzelnen klimatischen Factoren, wie die des Gesammtklimas darzulegen.

1) Die dauernden Einwirkungen der Lufttemperaturen, in denen man Tag und Nacht unausgesetzt lebt, haben natürlich einen anderen Einfluss auf den Körper, als die immer nur minuten-, höchstens 1/2 Stunde lang einwirkenden hydrotherapeutisch angewendeten Temperaturgrade. Es ist aber schwer, die Wirkungen des längeren Aufenthalts in heissen, mittleren und kalten Klimaten zu trennen von den gleichzeitigen Beeinflussungen durch andere klimatische und individuelle Factoren. Doch dürften folgende Angaben auf einer richtigen Beobachtung beruhen.

Sehr heisse anhaltende Lufttemperaturen (25—30° C.) wie in den Tropen, oder bei uns in heissen Sommern, schwächen sämmtliche Functionen des Nervensystems, erzeugen Schläfrigkeit, Unlust und Unmöglichkeit zu geistiger und körperlicher Arbeit, setzen den Appetit, die Verdauung, die Ernährung und die Muskelkraft, das Körpergewicht herab, erhöhen den Blutreichthum der Haut, vermindern den der innern Organe, erzeugen starken Durst und Schweiss, und vermindern die Harnabsonderung. Welche hohe Temperaturgrade übrigens der menschliche Körper wenigstens einige Zeit ohne zu hochgradige Störungen vertragen kann, kann man im hydrotherapeutischen Theil finden. Eine grosse Reihe von Krankheiten der heissen Länder, namentlich bei den vom Norden Einwandernden, kommt jedoch weniger von der Hitze, als vielmehr von einer unzweckmässigen, dem Klima nicht angepassten Lebensweise.

Sehr starke Kältegrade kann der Mensch zum grossen Theil durch entsprechende Wohnungs- und Kleidungsverhältnisse von sich abwehren. Die Kälte wird um so schwerer vertragen, und führt um so leichter zu Erkältungskrankheiten, je feuchter die Luft gleichzeitig ist, in Folge der durch die Feuchtigkeit vergrösserten Wärmeleitung der Kleider. Trockene ruhige Kälte wird besser vertragen, wie feuchte und mit starken Winden verbundene. Dass in der Kälte grösserer Appetit, regerer Stoffwechsel, stärkere Kohlensäureausscheidung eintritt, ist schon lange bekannt. Herzog Karl Theodor fand bei Katzen dieselbe Nahrungsmenge, welche im Sommer deren Gewicht bedeutend zunehmen liess, im Winter höchstens hinreichend, das ursprüngliche Gewicht zu erhalten. Während somit Gesunde sich in der Kälte meist besser befinden, wie in der Hitze, vertragen dagegen schwächliche, sehr junge und sehr alte Menschen die Kälte viel weniger, weil sie den erhöhten Ansprüchen behufs Deckung des grösseren

Wärmeverlustes nicht mehr gerecht werden können, und werden in derselben von den verschiedensten rheumatischen, katarrhalischen und entzündlichen Krankheiten befallen.

Mittlere Wärmegrade (10—20° C.), die man mit Vorliebe klimatotherapeutisch verwendet, sind namentlich dem Kranken oder überhaupt schwächlichen Organismen am zusagendsten, weil selbst eine geringere Energie des Stoffwechsels gerade hinreicht, die in einem solchen Klima unbedeutenden Wärmeverluste zu ersetzen, und weil die grössere Beständigkeit der Temperatur den wenig widerstandskräftigen Schleimhäuten, namentlich der Athmungsorgane, mehr Ruhe gewährt und dieselben selteneren Reizen aussetzt.

2) Der Luftdruck, welcher in der Höhe des Meeresspiegels im Durchschnitt dem Gewichte einer Quecksilbersäule von 760 Mm. Quecksilber entspricht und auf dem erwachsenen menschlichen Körper wie ein Gewicht von 15500 Kilogramm lastet, nimmt mit zunehmender Höhe ab, und zwar soviel, als die unter der jeweiligen Höhe ruhende Luftsäule wiegt; da die tieferen Luftschichten schwerer sind, als die höheren, so folgt, dass die Grösse der Abnahme des Luftdrucks mit steigender Höhe sinkt, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Höhe über der Meeresfläche.	Quecksilberdruck.	Auf dem Körper lastender Druck in
M.	Mm.	Kilogr.
0	760	15500
100	750	15300
200	741	15110
500	714	14560
1000	670	13675
2000	591	12083

Der Luftdruck unterliegt in Folge der wechselnden Temperatur und Feuchtigkeit der Luftsäule an jedem Ort täglichen und jährlichen Schwankungen; dieselben sind nicht gross; betragen z. B. in Leipzig im Sommer 0,570 Mm. Hg, im Winter 0,360 Mm. Hg und sind um so kleiner, je höher ein Ort liegt.

Die physiologischen Wirkungen des erhöhten und erniedrigten Luftdrucks haben wir theils bei den pneumatischen Glocken (S. 32), theils bei dem Höhenklima (S. 61) einer kritischen Betrachtung unterworfen und können deshalb namentlich auf unsere Studie über das Höhenklima verweisen, hier nur kurz anführend, dass die Differenzen des Luftdruckes in der Klimatotherapie keine grosse Rolle spielen, weil die klimatischen Curorte meist zwischen 500—1500 Meter Höhe liegen, in welcher der Organismus noch keine deutlich nachweisbare Influenzirung durch Luftverdünnung erfährt.

3) Winde. Erwärmte Luft steigt in die Höhe und fliesst oben nach den Polen hin ab; ihre Stelle unten wird durch die zuströmende kältere und schwerere Polarluft ersetzt; auf diese Weise kommen die Winde zu Stande, die je nachdem in der Schnelligkeit von 1—150 Fuss in der Secunde wehen können. In ganz ruhiger bewegungsloser Luft, wie z. B. in Zimmern, häufen sich Staub, Rauch, Infectionsstoffe derart an, dass die Athmung vielfach beengt wird und wenn zu heiss ist, eine ausserordentliche Herabstimmung des ganzen Nervensystems eintritt. Die Winde wirken deshalb vor allen Dingen schon dadurch, dass sie die Atmosphäre reinigen, sehr wohlthätig ein. Die Stärke des Windes wirkt als mehr oder weniger starker Reiz auf die Haut und den Körper; die übrigen Wirkungen aber hängen von den vielen anderen begleitenden Umständen, von der Wärme und Kälte, der Feuchtigkeit und Trockenheit ab und können daher hier nicht weiter betrachtet werden. Nichtsdestoweniger sind die Winde klimatotherapeutisch von der höchsten Bedeutung, weil sie es sind, welche das Wetter machen, jetzt dichte Wolken, jetzt hellen Sonnenschein bringen; es ist daher für jeden klimatischen Curort nothwendig, dass er Schutz vor schädlichen Winden habe; namentlich sind heftige, kalte und trockene Winde den Brust- und rheumatischen Kranken sehr schädlich.

4) Luftfeuchtigkeit. In der Luft ist stets Wasserdampf vorhanden, aber bald sehr wenig, bald sehr viel. Die Luft kann um so mehr aufnehmen, je wärmer sie ist, ist aber selten gesättigt. Wenn die Temperatur der Luft sinkt, so fällt bei einem gewissen Grade ein Theil des Wasserdunstes als Thau, Regen oder Schnee aus derselben heraus. Die relative Feuchtigkeit (d. i. das Verhältniss der bei einer gewissen Temperatur in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit zu der dabei möglichen, d. i. zu der vollständigen Sättigung oder Capacität, in Procenten der letzteren ausgedrückt) ist von grosser Wichtigkeit für die Ausdünstung des Körpers; je weniger die Luft mit Wasserdunst gesättigt ist, desto mehr Flüssigkeit saugt sie gleichsam aus der Haut auf; je feuchter, desto weniger. Bei trockener Luft und vermehrter Hautausdünstung wird aber auch eine grössere Menge Wärme vom Organismus abgegeben; deshalb wird heisse und trockene Luft vom Körper weniger unangenehm empfunden, als heisse und feuchte. Kalte und trockene Luft wird weniger erkältend gefunden, als kalte und feuchte, weil feuchte Kleidung die Wärme besser leitet, und daher der Wärmeverlust in letzterer grösser, als in ersterer ist. Bei trockener warmer Luft wird die Haut trocken, die Schweissbildung und Urinabsonderung vermindert, der Durst vermehrt; bei feuchter warmer Luft entsteht ein unangenehmer reichlicher Schweiss, Verminderung der Nierenfunction, des Appetits und der Energie des Stoffwechsels; feuchte und kühle Luft vermindert dagegen die Ausdünstung der Haut und Lunge und vermehrt nur die Harn-

ausscheidung. Trockene Luft übt auf Haut und Schleimhäute einen reizenden Einfluss aus, bei letzteren namentlich, weil gleichzeitig die schützende Schleimabsonderung sehr abnimmt; daher die grosse Häufigkeit entzündlicher Schleimhaut- und Lungenkrankheiten namentlich bei kalter trockener Luft. Zu grosse Feuchtigkeit der Luft umgekehrt disponirt mehr zu rheumatischen Erkrankungen. Für klimatische Curorte passt deshalb nur ein mittlerer Feuchtigkeitsgrad. Vivenot bezeichnet ein Klima von 0—55 pCt. relativer Feuchtigkeit (am Psychrometer gemessen) als übermässig trocken, mit 56—70 pCt. als mässig trocken, mit 71—85 pCt. als mässig feucht, mit 86—100 pCt. als übermässig feucht.

Auch die beim Zusammentreffen warmer mit kalter Luft sich bildenden Wolken, Nebel, Regen und Schnee sind für den Kranken in einer anderen Hinsicht von höchster Wichtigkeit, nämlich ob sie ihn der zu heissen Sonne entziehen oder in sein Zimmer bannen. Es ist deshalb die Notirung der Zahl der sonnenhellen, der bewölkten, der regnerischen u. s. w. Tage von jeher mit grossem Eifer an den Curorten betrieben worden. Im Uebrigen ist nicht ausser Acht zu lassen, dass der Regen die Luft reinigt und dass deshalb während und nach demselben sich die Kranken meist sehr wohl fühlen; ferner dass auch der Schnee luftreinigend wirkt, einmal, wenn er fällt, indem er den organischen Staub mit zu Boden reisst, sodann, wenn er liegt, weil er das Aufsteigen desselben vom Boden hindert. Endlich verhindert der Schnee, während er auf dem Boden liegt, zu starke Windbildungen wegen hinwegfallender Erhitzung des Bodens.

5) Reinheit der Luft. Bei aller Verschiedenheit des Klimas und der klimatischen Factoren an den einzelnen klimatischen Curorten, je nachdem dieselben im Süden oder Norden, im Binnenland, an Seen oder am Meere, auf Höhen oder in der Tiefe liegen, haben doch alle etwas Gemeinsames, von Aerzten und Laien von jeher instinctiv gesucht, nämlich die reine, staub- und rauchfreie bzw. -arme Luft. Wo grosse Menschenmengen, wie in Städten, zusammengedrängt sind, hat man eigentlich noch nie klimatische Curorte gegründet oder noch nie lange als solche halten können, auch wenn solche Plätze im schönsten Klima, in gesundester Lage liegen; in der Nähe, in der Umgegend der Städte wohl; aber die besuchtesten und beliebtesten liegen in einsamer Gegend, oder sind höchstens mit kleinen Orten verbunden. Dieser grösseren Reinheit der Luft an allen klimatischen Curplätzen hat man bis jetzt immer positiv günstige Wirkungen zugesprochen. Allein es ist wohl klar, dass eine reine Luft nur insofern günstig wirkt, als sie arm ist an krankmachenden Potenzen, als sie die Athmung anspornt und unterstützt. Wer hat nicht den behaglichen Genuss der Tiefathmung geübt, wenn er dem Staub der Stadt entflohen, seine Lunge in der reinen Luft der Wälder oder Berge gleichsam badete? Wer hat, zurückgekehrt in seine städtische Wohnung,

nicht den dumpfen beengenden Druck empfunden, den die Einathmung staubiger Luft unfehlbar nach sich zieht?

Was man unter dem Namen Staub zusammenfasst, ist ein aus den allerverschiedensten Körpern und Stoffen zusammengesetztes Gemenge; man kann seine Bestandtheile in 3 grundverschiedene Gruppen bringen, in anorganische, in organisch todte und organisch lebende oder wenigstens lebensfähige Körper. Namentlich die Luft der Städte ist vollgeladen von Staub; aber auch die Landluft ist nicht frei von demselben. Zwar der anorganische Staub fällt, wenn keine starken Luftströmungen herrschen, schnell zu Boden; der auf den Mauern des britischen Museums gesammelte Staub enthielt 50 pCt. anorganische Bestandtheile; aber der leichte organische Staub, namentlich die unendlich kleinen und leichten Spaltpilze bleiben auch bei ganz leichter Luftströmung in die Höhe gehoben. Zwar bei gewöhnlichem Tageslicht kann man den Staub nicht sehen; aber jeder halbwegs kräftige Lichtstrahl macht, dass man den in der Luft schwebenden Staub fast wie etwas halbfestes erblickt. Niemand kann, um beim ersten Beispiel zu bleiben, ohne ein gewisses Widerstreben den Mund in den beleuchteten Focus des electrischen Lichtstrahls halten und den dickmassigen Staub einathmen, der sich darin offenbart. Auch wird dieses Widerstreben nicht hinweggeräumt durch die Reflexion, dass wir immerfort jede Secunde solche Massen einathmen, ohne sie zu sehen (Tyndall). Nach einer Berechnung von Smith und F. Davis athmen wir in 10 Stunden mit unserer Luft nicht weniger als 37 Millionen Pilzsporen ein. Versuch und Ueberlegung führten Tyndall, wie früher schon Ehrenberg, zu dem Schluss, dass diese organischen Keime durch die Atmosphäre in Gruppen oder Wolken fliegen mit spärlich erfüllten Zwischenräumen zwischen sich.

Der Staub schadet entweder durch physikalische Reizung der Schleimhäute, durch sein Eindringen in die Gewebe der Lunge, was von Langhans und dessen Schülern mit Sicherheit nachgewiesen wurde, aber auch dadurch, dass er Träger oder Bringer von Infectionskrankheiten ist; gerade der feinste, sinnlich nicht wahrnehmbare Staub ist in letzterer Hinsicht der gefährlichste (Nägeli). Zwar der gesunde Mensch ist im Stande, alle eingedrungenen organischen Keime zu vernichten und unschädlich zu machen; man findet im Blute und allen Geweben dieselben, ohne dass man eine Krankheit davon entstehen sieht. Nicht so der kranke Mensch; dessen Zellenenergie ist schon durch die Krankheit so geschwächt, dass die weitere von der Luft kommende Schädlichkeit eine ernstliche Verschlechterung des allgemeinen Zustandes nach sich zieht. Der Kranke wird von dem Moment an besser, wo er in staubfreierer Luft lebt; er hat es dann nur noch mit einem Factor, nicht mehr mit zweien zu thun und kann nun den einen, den seiner Krankheit, leichter überwinden.

6) Die Bodenverhälnisse haben indirect und direct einen grossen Einfluss auf das Klima, je nach der grösseren Trockenheit und dadurch erleichterten Staubbildung, oder deren Feuchtigkeit und deren die Entwickelung der Bacterien und Pilze begünstigenden Wirkung; ferner je nach der leichteren oder schwereren Erwärmbarkeit, je nach der Reinheit des Trinkwassers und je nach der darauf möglichen Vegetation.

7) Ferner gemeinsam hat oder soll haben der Aufenthalt in allen klimatischen Curorten: die Entfernung von den Qualen des täglichen Lebens und der anstrengenden Berufsarbeit, die grössere geistige Ruhe, der selbstverständlich längere Aufenthalt in der freien Luft, die häufigen Körperbewegungen: lauter Momente, deren enorme Bedeutung für den Geist und Körper so bekannt und klar ist, dass eine Auseinandersetzung unnöthig erscheint.

Betrachtung der hauptsächlichsten Klimaarten vom physiologischen und pathologischen Standpunkte aus.

Alle oben in Betracht gezogenen Factoren sind an verschiedenen Stellen der Erde je nach den Breite- und Höhegraden, der Lage im Innern oder am Rande der Continente u. s. w. in einer characteristischen Weise verschieden combinirt, so dass man folgende hauptsächliche als klimatische Kurorte verwendbare Klimahaupt- und Nebenarten unterscheiden kann.

Waldklima.

Unsere deutschen namentlich die Laub- weniger die Nadel-Wälder haben nach Ebermeyer u. A. folgende klimatische Eigenthümlichkeiten gegenüber unbewaldeten Gegenden.

1) Die sommerlichen täglichen Wärmeschwankungen sind im Walde um 6° C. niedriger, als im Freien, da in Folge der langsameren Erwärmung und langsameren Abkühlung die höchsten Temperaturen um 4° C. niedriger, die niedrigsten um 2° C. höher sind, als ausserhalb des Waldes. Es gleicht hierin der Wald dem Meeresufer, dass die Temperatur eine gleichmässigere ist und die Neigung hat, auf einem mittleren Standpunkte zu verharren. 2) Hinsichtlich der Feuchtigkeitsverhältnisse des Waldes im Sommer hat sich ergeben, dass in Folge der niedrigeren Waldtemperatur die Verdunstung 2—3mal geringer, sowie dass die relative Feuchtigkeit (der Sättigungsgrad der Luft mit Wasserdampf) um 6—10 pCt. grösser ist, als auf freiem Felde; ferner dass die Feuchtigkeitsschwankungen geringer sind, dass es jedoch im Walde mehr regnet, weil in seiner kühlen Luft die Wolken sich leichter condensiren, während die von der erhitzten Ebene aufsteigende heisse Luft die Wolkenbildung sogar hemmt oder auflöst. 3) Das

Innere der Wälder schützt ausserordentlich gegen allgemeine und locale Winde, während gerade durch den Unterschied der Temperirung das benachbarte Land um so mehr unter starken und wechselnden Winden zu leiden hat. 4) Die Wälder haben ferner einen sehr hohen Ozongehalt, sind in Folge dessen, sowie durch die häufigen Regen ungemein reinlüftig und staubfrei, schützen durch ihren kühlen Schatten von der directen Bestrahlung der Sonne und haben durch alle diese Verhältnisse, durch die Ruhe und Stille, die feinen Flüstertöne der Blätter und Nadeln, durch den aromatischen Geruch den wohlthuendsten Einfluss auf das allgemeine Behagen, auf das Gemüth und die Athmung.

Meer-Klima.

Viele an den Küsten von Meeren, sowie auf Inseln gelegene klimatische Curorte haben trotz mannigfacher Verschiedenheiten, je nachdem sie mehr nördlich oder südlich u. s. w. liegen, auch folgende gemeinsame Momente: 1) Die Luft ist viel staubfreier, in Folge fortgesetzter Ventilation durch immer wechselnden See- und Landwind viel reiner, aber salzreicher (Kochsalz) und feuchter als die des Binnenlandes, auch sind die Feuchtigkeitsgrade weniger wechselnd; nur an manchen Plätzen, wie an der Riviera, wechselt unter dem Einflusse trockener Landwinde oft Feuchtigkeit mit hochgradiger Trockenheit der Luft ab; ferner in Folge der lebhaften Verdunstung einer grossen Wasserfläche viel ozonreicher. 2) Der Luftdruck ist überall auf dem Meere ein hoher, im Mittel 760 Mm. Hg, in der Nähe des Aequators in Folge des Abfliessens der in die Höhe steigenden erhitzten Luft nach den beiden Polen 2 Mm. niedriger, an dem 30. und 40. Breitegrad um 2—4 Mm. höher; 3) die Tages- und Jahrestemperatur zeigt weniger Schwankungen, wie im Binnenland, weil das Wasser sich weniger erhitzt und die aufgenommene Wärme langsamer abgiebt.

Seereisen bieten, abgesehen von deren geringeren Bequemlichkeiten, ähnliche klimatische Verhältnisse wie die Inseln oder Küsten; auch grosse Binnenwässer, Seen haben manche Eigenthümlichkeiten, namentlich in der Temperatur, im Windwechsel, in der Feuchtigkeit mit dem Meere gemeinsam.

In Folge der grösseren Feuchtigkeit der Luft, der besseren Wärmefortleitung, der durchfeuchteten Kleider und der fortwährenden starken Luftströmung strahlt der Körper mehr Wärme aus, friert leichter, verlangt wärmere Kleidung. Ausserdem nimmt der Appetit in den meisten Fällen sehr zu und steigt die Intensität des Stoffwechsels (vermehrte Stickstoffausscheidung im Harn). Nach Beneke trägt zu dieser Steigerung der Stoffwechselvorgänge die Seeluft sogar mehr bei, wie etwa die gleichzeitig genommenen Seebäder, welche ja, wie alle Salzbäder, an und für sich dieselben sehr intensiv steigern. Die Einwirkung auf

die übrigen Functionen ist der Natur der Sache nach sehr schwierig festzustellen, weil die Differenzen gegen das gewöhnliche Landklima doch nur minimale sein können; es existiren aber Angaben von einer sehr geringfügigen Abnahme der Zahl der Athem- und Herzschläge, von Verlangsamung der peristaltischen Darmbewegungen und Verstopfung, Vertiefung des Schlafes. Ob sie richtig sind, steht dahin. Auch die Einwirkung der Seeluft auf die Stoffwechselvorgänge, wie sie Beneke behauptet, scheint mir noch nicht unumstösslich sichergestellt zu sein. Im Uebrigen fällt mit einem Curaufenthalt an der See ja meist auch der Gebrauch der Seebäder zusammen, so dass man doch immer den physiologischen Effect beider Factoren zu berücksichtigen hätte.

Therapeutisch gelten der Aufenthalt an den Küsten namentlich der nödlichen Meere und die Seebäder an denselben für unübertrefflich in ihren Wirkungen gegen Scrophulose und deren Folgezustände, gegen die in Folge verzärtelter oder zarter Haut fortwährend auftretenden katarrhalischen und rheumatischen Krankheitszustände, gegen anämische und nervöse Zustände der verschiedensten Art, gegen phthisische Anlage und ausgesprochene Phthise. Doch wirkt gegen die meisten dieser Krankheiten ein gesunder Landaufenthalt ebenfalls vorzüglich; auch gegen Scrophulose, wenn man gleichzeitig Salzbäder gebrauchen lässt. Verzärtelungen und Schwäche der Haut weicht nicht weniger consequent durchgeführten kalten Waschungen und kühlen Bädern auch in Süsswasser. — Verschlimmerungen sollen erfahren bei dem Aufenthalt am Meer ekzematöse Hautkrankheiten, asthmatische und Kreislaufsstörungen.

Tiefenklima.

Hier bestehen grosse Unterschiede, je nachdem wir es mit grossen Ebenen, oder zwischen Bergen eingeschlossenen Thälern, mit wasserreichen oder -armen, wärmeren oder kälteren Gegenden zu thun haben.

Wir können nach den Breitegraden folgende Eintheilung machen:

a) Nördlicheres Tiefenklima, wie es die Ebenen, die Vorberge und die niedrig gelegenen Bergthäler Mitteleuropas, also Deutschlands, des nördlichen Frankreichs u. s. w. haben. Gegenüber den südlicheren Klimaten und dem Höhenklima haben sie, was Luftdruck, Wärme, Feuchtigkeit anlangt, wenige prägnante Eigenschaften; doch ist der Sommer sehr heiss und der Winter sehr kalt, die Witterung im Durchschnitt sehr wechselnd und je nach der Bodenbeschaffenheit, dem Wald-, Wasserreichthum u. s. w. wieder vielfache Verschiedenheiten darbietend.

Da unter diese Kategorie der grösste Theil unseres Vaterlandes fällt, hat dieses Klima für uns eine erhöhte Wichtigkeit,

um so mehr, da, wie im therapeutischen Theil nachzuweisen versucht wird, wir auch in diesem Klima dieselben heilenden Factoren gegen die meisten Krankheiten, die wir klimatisch zu behandeln gewohnt sind, haben oder uns verschaffen können, wie in den viel entfernteren, schwerer erreichbaren und viel theuereren fremden Klimaten.

b) Von den südlichen Tiefklimaten sind im Hinblick auf den deutschen Touristenstrom namentlich wichtig: die Italiens, Südfrankreichs, Nordafrikas und einiger Inseln. Gemeinsam, wenn auch dem Grade nach verschieden, ist allen diesen, dass ihre warmen Jahreszeiten länger, ihre kalten weniger lang dauern, und dass bei letzteren die Kälte auch nie die extremen Grade erreicht, ferner dass nicht so extreme Jahrestemperaturen vorkommen, wie bei uns. Man kann deshalb täglich und jährlich viel länger ohne Unbehagen und Schaden im Freien verweilen; auch des Nachts leichter der frischen Luft zugänglich werden, als bei uns. Die Hauptbedeutung derselben liegt demnach namentlich für Kranke in der Möglichkeit, jeden Tag sich den wohlthätigen Wirkungen der freien, reinen Luft längere Zeit auszusetzen. Von den südlichen Plätzen ist aber ebenfalls nur ein kleiner Theil als klimatischer Curort zu benützen, nämlich derjenige, der nicht unter dem südlichen Staub, Schmutz und Gestank, unter den erschlaffenden Wüstenwinden (Föhn, Sirocco) und nicht unter zu heftigen Nordwinden zu leiden hat. Das Wüstenklima in ausgedehnten Districten Nordafrikas zeichnet sich aus durch grosse Trockenheit, hohe Wärme bei Tage und starker Abkühlung bei Nacht.

Italien bietet, so schön der Aufenthalt im Ganzen ist, doch nur Nutzen dem, der nicht in einem Zuge, sondern allmälig sich dem Süden nähert und sich acclimatisirt, der mit dem höchsten Comfort sich umgeben und auch für die vielen kalten Wintertage die entsprechenden häuslichen und Kleiderverhältnisse sich schaffen kann.

Höhenklima.

Als die wichtigsten Heilpotenzen des Aufenthaltes auf Höhen von 1000—2000 Metern betrachtet man gegenwärtig hauptsächlich: 1) den niederen Luftdruck und alle damit in Verbindung stehenden Verhältnisse, wie z. B. dünnere, sauerstoffärmere Luft, 2) die Reinheit der Luft und die geringen Staubmengen namentlich an den schneebedeckten Strecken (Pasteur). Die anderen Factoren werden zwar auch zur Erklärung der Heilungsvorgänge mit herbeigezogen, aber doch im Ganzen weniger in den Vordergrund gestellt; es sind dies 3) die grössere Trockenheit der Luft und des Bodens; 4) die stärker körperwärmende Wirkung der Sonne trotz 5) niedrig bleibender und jedenfalls im Verhältniss zum Tiefland kühlerer Lufttemperatur, 6) die an manchen Höhenorten starke

und 7) an manchen Höhenorten und namentlich im Winter schwache Bewegung der Luft. Als nicht gerade an die Höhenlage gebunden, doch auch an der Gesammtwirkung betheiligt, können wir für manche Plätze noch aufführen: 8) die erhabene schöne Natur, die unendliche Fernsicht bei örtlicher Stille und deren Einfluss auf das Gemüth, 9) bei vorhandenen Tannenwäldern den starken Gehalt der Luft an desinficirenden ätherischen Oelen, 10) den Zwang, bei Mangel ebener Spaziergänge berganzusteigen und dadurch die Gesammt- und Athemmusculatur zu kräftigen und die Brust zu tiefen Athmungen anzuregen.

Die physiologische Wirkung dieser vielen das Höhenklima zusammensetzenden einzelnen Factoren ist noch so gut wie unbekannt. Was darüber vorliegt, beruht nur zum kleinsten Theil auf exacter Beobachtung, zum weitaus grösseren auf individuellen sich widersprechenden Einzelbeobachtungen oder auf theoretischen Schlüssen. Es macht daher die folgende, wenn auch mit Kritik gemachte Zusammenstellung des bis jetzt vorliegenden Materials nicht den Anspruch, den thatsächlichen Verhältnissen näher zu kommen; es ist im Gegentheil viel wahrscheinlicher, dass eine eingehende wissenschaftliche Untersuchung viel von der gegenwärtig herrschenden Lehre modificiren wird. Jedenfalls ist so viel sicher, und davon habe ich mich selbst in 4 verschiedenen Bergbesteigungen überzeugt, dass in den Höhen, in welchen die meisten Höhencurorte errichtet sind, also zwischen 500—1500 Meter Höhe, weder Gesunde noch Kranke selbst bei raschem Uebergang aus dem Thal zur Höhe in 1—2 Tagen einen grossen Unterschied in ihrer Behaglichkeit, in ihren Functionen u. s. w. wahrnehmen.

Was zunächst die Specialwirkungen des niedrigeren Luftdrucks auf Höhen anlangt, so stammen fast alle Angaben darüber nicht von Beobachtungen, die an Höhencurorten selbst gemacht sind, sondern sie sind einfach von den Beobachtungen Jourdannet's, Bert's, Waldenburg's im luftverdünnten Raum eines pneumatischen Kabinets oder aber von den Erfahrungen von Luftschiffern und Bergbesteigern in abnormen Höhen (bis zu 8000 M.) übertragen. Wir finden daher wortgetreu für die Höhencurorte dieselben Angaben, die wir als Wirkungen der verdünnten Luft auf hohen Bergen oder des Aufenthalts in pneumatischen Kabinetten angegeben haben. Beim Besteigen hoher Berge stellt sich in Folge der hinzukommenden Muskelaction bei einer Höhe von 3000 Metern, bei Luftschifffahrten erst von 4000 Metern die sogenannte Bergkrankheit ein, bestehend in Schwindelgefühl, Abgeschlagenheit, Schwerathmigkeit, Herzklopfen, Blutung aus verschiedenen Schleimhäuten, Uebelkeit, Erbrechen und selbst Ohnmacht. Bei Aufenthalt in pneumatischen Kabinetten, deren Luftdruck bis auf $1/2$ Atmosphäre herabgesetzt ist, zeigt sich in Folge der grösseren Sauerstoffarmuth der verdünnten Luft Sauerstoffmangel im Blute, in Folge dessen durch Reizung des Athmungscentrums Be-

schleunigung und Vertiefung der Athemzüge, in Folge des abnehmenden Luftdrucks Blutandrang nach der Haut und den Lungen, gesteigerte und gleichzeitig erleichterte Leistungsfähigkeit des Herzens, Zunahme der Pulsfrequenz und -Grösse, der Arterienspannung und Beschleunigung des Blutumlaufs (Waldenburg) (vgl. S. 35). Die übrigen dabei beobachteten Symptome sind zum Theil wie bei der Bergkrankheit Mattigkeit, Kopfschmerz, Schlafneigung, Hitzegefühl und Brennen im Gesicht und den Augen, starke Cyanose des Gesichts und der Lippen; starke Dyspnoe. Es darf selbstverständlich die Uebertragung solcher Thatsachen auch auf niederere Höhen nicht ohne weiteres von der Hand gewiesen werden; man hätte für die niederen Höhen, wie sie allen Höhencurorten zukommen, natürlich nur dementsprechend auch schwächere Grade obiger physiologischer Wirkungen anzunehmen. Allein mancherlei Erwägungen und auch manche directe Beobachtungen an Höhencurorten selbst gestatten entweder eine derartige Uebertragung noch nicht oder widersprechen ihr geradezu; auch können manche der genannten physiologischen Wirkungen mit nicht geringerer Berechtigung auf andere Momente, als auf die Luftverdünnung bezogen werden, so dass diese Angelegenheit mindestens noch als eine offene betrachtet werden muss. In Folgendem suchen wir möglichst vorurtheilsfrei die einzelnen widersprechenden Momente vorzuführen.

Von allen Bergsteigern und Luftschiffern ohne Ausnahme hört man, dass sich die Erscheinungen der Bergkrankheit bei längerem Aufenthalte nicht steigern, sondern ungemein vermindern; ebenso findet man in pneumatischen Kammern, dass bei öfterem Besuch derselben die subjectiven Beschwerden sich immer mehr vermindern oder ganz verschwinden. Es findet also sogar bei diesen extremen Graden der Luftdruckerniedrigung Gewöhnung statt; um wie viel rascher muss, wenn sie überhaupt nothwendig ist, eine solche in den niederen Höhen der Höhencurorte eintreten?

Bei jahrelangem Aufenthalte auf Höhen von 2800 Meter und darüber tritt, wie Jourdannet zuerst angiebt, und später auch Lortet und Reissacher fanden, anämisches Aussehen, geringere Widerstandskraft gegen Krankheiten, Asthma, Muskelschwäche in Folge der mangelhaften Sättigung der rothen Blutkörperchen mit O (der Jourdannet'schen Anoxyhämie) ein. Es sind aber doch alle Beobachter, auch diejenigen, welche alle physiologischen Wirkungen der Höhencurorte von dem niederen Luftdruck ableiten, damit einverstanden, dass in letzteren umgekehrt die Kraft, das blühende Aussehen, die Athmung, die Widerstandskraft gegen Krankheiten zunimmt.

Hinsichtlich der Beeinflussung des Appetits und der Verdauung herrscht gegenüber den betreffs anderer Functionen gemachten Angaben ein umgekehrtes Verhältniss: während man

bei letzteren von den Beobachtungen auf den höchsten Höhen Schlüsse machte auf niederere, hat man beim Appetit und der Verdauung die auf mässigen Höhen gemachten Beobachtungen auf höhere übertragen. Ich überzeugte mich selbst auf das bestimmteste, dass sich mein Appetit und meine Ernährung auf den Höhen von 2000 Metern und darüber nur vermehrt zeigte, wenn ich dieselben zu Fuss erstiegen hatte; aber nicht in höherem Maasse, als nach einem starken Marsch in der Ebene; es war also der vermehrte Appetit nicht auf die Höhenluft, sondern nur auf die geleistete Körperarbeit zu beziehen. Wenn ich, wie z. B. auf Rigikulm mit der Bahn hinaufgefahren war, bemerkte ich stets eine bedeutende Abnahme meines sonst sehr constanten Appetits. Ich glaubte dies auf das unangenehme Gefühl von Blähung, welches mich, wie die meisten Menschen, auf Höhen befällt und offenbar Folge der Ausdehnung der Darmgase im verdünnten Luftraum ist, sowie auf den meist wenig appetitlichen Geschmack der in den Berghotels gereichten Speisen (welche auf dem oft umständlichen Transport und bei ihrem langen Liegen in den Kellern und Eisschränken ihr Aroma einbüssen) beziehen zu müssen. Andere Reisende, welche anfänglich eine Steigerung des Appetits bemerkten, geben in merkwürdiger Uebereinstimmung an, dass bei längerem Höhenaufenthalt diese Steigerung wieder abnehme, und höchstens in der gleichen Stärke, wie in der Tiefe fortbestehe. Schwache und kranke Menschen verlieren sehr häufig ihren Appetit so vollständig, so dass sie wieder weiter hinunter steigen müssen. Wenn man nun bedenkt, wie schon eine einfache Entfernung aus der Stadt und aus dem Beruf auf das nächste Landstädtchen in überraschender Weise günstig auf den Appetit und die Nahrungsaufnahme einwirkt; ferner, wie auf Höhen die fortwährende Nöthigung zu steigen, die grössere Kälte, die erhabene Grösse und Ruhe der Natur eigentlich stark appetitmachende Potenzen sind: so muss man aus obigen gegentheiligen Thatsachen eher zu dem Schlusse kommen, dass auf grossen Höhen die appetitverderbenden Factoren das Uebergewicht haben, und dass vielleicht gerade der niedere Luftdruck zu diesen letzteren gehört. Beobachtet man dagegen die bezüglichen Wirkungen niedriger (zwischen 500—1000 M.) gelegener Höhencurorte, so kann man nicht anders sagen, als dass sie nur günstig auf den Appetit einwirken, wie jeder andere, auch im Thale gelegene hübsche sorgenfreie und erquickende Landaufenthalt; dass also die niederen Höhencurorte in dieser Hinsicht jedenfalls den höchst gelegenen vorgezogen werden müssen. Es ist eben die Differenz im Luftdruck der niedriger (500 bis 1000 M.) gelegenen Höhen gegenüber dem des Meeresufers so geringfügig (höchstens $^1/_{10}$ Atmosphäre), dass sich jeder Organismus mit grösster Leichtigkeit und Schnelligkeit adaptirt, und dass es bis jetzt in der That auch noch nicht gelungen ist, für solche geringfügige Druckunterschiede weder auf Bergen, noch in der

pneumatischen Kammer scharfe physiologische Wirkungsverschiedenheiten nachzuweisen.

Die directen Beobachtungen über Athmung und Kreislauf, die auf verschiedenen Höhen gemacht sind, stimmen mit den in luftverdünnten Kammern etwas besser überein; wenigstens zeigt sich die Zahl der Athmungen und die Schnelligkeit der Herzschläge mit zunehmender Höhe beschleunigt, in der Höhe der Luftcurorte allerdings nur unbedeutend oder auch gar nicht nachweisbar. Ueber die Tiefe der Athmung, die Menge der eingeathmeten Luft, die Kraft des Herzschlags und den Blutdruck auf Höhen liegen entweder gar keine oder nur ungenügende Thatsachen vor. Jedenfalls aber scheint ein sehr rascher Ausgleich in den veränderten Körperfunctionen stattzufinden, so dass man in den mässigen Höhen der Luftcurorte sehr rasch keinen Unterschied von der Norm der Ebene mehr beobachten kann; auch ist es nach dem ganzen Stand unserer Kenntnisse unmöglich, dass in diesen mässigen Höhen eine selbst nur mässige Sauerstoffverarmung des Blutes stattfinde, da hier der Sauerstoffdruck in der Atmosphäre den im Blute noch weit überwiegt und in der eingeathmeten Luft noch weit mehr Sauerstoff vorhanden ist, als der energischeste Athmungsprocess verbrauchen kann; selbst auf Höhen von 5000 Metern gehen die Verbrennungsprocesse kohlenstoffiger Körper nicht langsamer vor sich, als in der Ebene (Frankland). Die Kohlensäureausscheidung scheint vermehrt zu sein (Marcet); ebenso ist wahrscheinlich auch die Ausdünstung und Ausathmung von Wasserdampf aus Haut und Lunge in Folge der grösseren Trockenheit der Höhenluft eine gesteigerte.

Wenn nach dem Gesagten die respiratorischen und circulatorischen Wirkungen des verminderten Luftdrucks auf den von Kranken besuchten Höhen auch nur sehr geringfügig sein können, so kann dagegen ein zweiter Factor hinzukommen, welcher in viel intensiverer Weise auf Vertiefung der Athmung und Kräftigung des Kreislaufs einwirkt, aber bis jetzt entschieden weniger beachtet wurde, wie der verminderte Luftdruck: ich meine die Gymnastik des Bergsteigens. Jedenfalls fehlt dafür, dass ein längerer Aufenthalt in Höhencurorten nur durch die Folgewirkungen der verdünnten Luft zu Vertiefung der Athmung und Steigerung der Lungencapacität führe, jeder wissenschaftlich sichere Anhaltspunkt. Wenn wirklich die Gebirgsbewohner einen grösseren Brustkasten haben, als die Bewohner der Ebene, wie man aus einer geringen Zahl von vergleichenden Beobachtungen verallgemeinern zu dürfen glaubt, so läge es doch viel näher, diesen Umstand auf die fortgesetzten Steigübungen und die in Folge dessen erzwungenen Tiefathmungen zu beziehen, als auf verminderten Luftdruck und Lufthunger; ich habe wenigstens nirgends Gebirgler gesehen, welche in der Ruhe nach Luft geschnappt hätten; alle übten ihr Athmungsgeschäft in der Ruhe so gleichmässig und

unbelästigt aus, wie die Bewohner der Tiefebene. Wohl aber konnte ich oft die gleichmässige Kraft des Bergschritts und die energische langsame Tiefathmung bewundern, deren sie sich bei ihrem Ansteigen bedienen; desshalb möchte ich die grössere Kraft und Ausbildung ihrer Athmungswerkzeuge auf keinen anderen Grund zurückführen, wie die grössere Kraft ihrer Ober- und Unterschenkelmuskeln. Ebenso können wohl auch Touristen oder Curisten, wenn sie längere Zeit im Gebirge verweilen, nur, weil sie öfter steigen, eine Erweiterung der schmalen Brust und Vertiefung ihrer Athmung erfahren. Haben wir ja auch in der Ebene nicht seltener als im Gebirge Gelegenheit, ganz die gleichen Resultate auf dem Turnplatze durch entsprechende Gymnastik zu erzielen. Man kann daher, wie für den Appetit, so auch für die Athmung mit Recht sagen: „Willst Du in die Ferne schweifen? Sieh, das Gute liegt so nah!“

Verhalten des Höhenklimas zur Gesundheit und Krankheit.

Der Aufenthalt in den mässigen Höhen der Höhencurorte ist noch mehr wie irgend ein schöner Landaufenthalt, durch die grössere Reinheit und Kühle der Luft und die anderen oben auseinandergesetzten Verhältnisse von dem kräftigendsten Einflusse auf Appetit, Verdauung, auf Musculatur und Allgemeinbefinden; für alle chronisch Kranke, für welche ein schöner Landaufenthalt passt, passt auch das Klima einer mässigen, waldbegrenzten, von schädlichen Luftströmungen bewahrten Höhe. Erst, wenn die Erhebung gegen 2000 Meter hin ansteigt, dann kann man finden, dass die widerstandsunfähigeren, zu sehr heruntergekommenen, schlecht blut- und wärmebildenden, an emphysematösen Katarrhen, an Atherom und Herzfehlern, an chronischen rheumatischen Zuständen leidenden Kranken dieselbe nicht gut vertragen, also vermeiden müssen.

Als ganz besonders günstig wirkend wird gegenwärtig das Höhenklima bei Lungensucht angesehen. Man hat dafür zum Theil physiologische (Brehmer, Waldenburg u. A.), zum Theil statistische Gründe beigebracht. Brehmer, der das unbestreitbare Verdienst hat, zuerst einen segensreichen Umschwung in der Phthiseotherapie hervorgerufen zu haben, baute seine ganze Therapie auf das Bestreben, das in seinen Augen ursächliche Moment der Phthise, die Herzkleinheit und -schwäche, die dadurch bedingte schlechte Ernährung der anämischen Lunge und namentlich der Lungenspitze zu beseitigen durch Kräftigung des Herzens, Vertiefung der Athmung mittelst seiner mit Abhärtung, guter Nahrung combinirten Höhenluftcur, und vindicirte dabei dem niedrigeren Luftdrucke eine Hauptrolle. Er und nach ihm Andere suchten sodann nachzuweisen, dass die Bewohner von Höhenklimaten in der That

immun gegen die Phthise seien und zwar hauptsächlich durch den kräftigenden Einfluss der verdünnten Höhenluft auf die Athmungsmusculatur und Weite des Brustkastens. Aus dem Kampf, der um die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Thesen geführt wurde, ersieht man nur das Eine mit Gewissheit, dass das vorliegende statistische Material nicht zur Entscheidung hinreicht, und dass nur aus diesem Grunde des Mangels an sicheren unwiderleglichen Thatsachen der Kampf sich ganz in das Gebiet der persönlichen Beleidigung hineinzog. Jedermann bildet sich natürlich, auch bevor eine wissenschaftliche Entscheidung möglich ist, seine Meinung; aber ich halte es für zweckmässiger, bei dem Ausspruch einer solchen sogleich zu bekennen, dass es eben nur eine persönliche Meinung ist, und dass sie deshalb wissenschaftlichen Beweisen jederzeit weichen muss, sich aber von philosophischen Erörterungen keine weiteren Aufklärungen versprechen kann. Meine persönliche Meinung, die sich aus dem bis jetzt vorliegenden Material gebildet hat, geht nun dahin, dass aus dem selteneren Vorkommen von Schwindsucht bei Bergbevölkerungen nicht geschlossen werden kann, dass dies Folge des Höhenklimas, der verdünnten Luft sei: es kann das seltene Vorkommen herrühren davon, dass unter der notorisch armen Gebirgsbevölkerung die schwächlich gebornen Kinder durch schlechte Pflege, schlechte Kost und die schlechte Luft der oft schrecklichen Wohnungen schon in der Kindheit hinweggerafft werden und nur die widerstandskräftigsten und demnach zur Schwindsucht nicht hinneigenden allein übrig bleiben. Im Uebrigen hat die neuere Zeit sowohl in den menschenärmeren Gebirgsgegenden (im Oberengadin), als in hochgelegenen Städten und Orten genug Schwindsuchtsfälle beobachtet (Ludwig und die Commission der schweizer Naturforscher), dass die schon früher mehr als fragliche Immunität der Gebirgsgegenden gegen Lungensucht ganz hinfällig geworden ist. Auch der Einfluss der verdünnten Höhenluft auf die Herzkraft und die Tiefathmung lässt sich nach den obigen physiologischen Auseinandersetzungen nicht mehr halten. Allein obwohl alle Stützen der Brehmer'schen Phthiseotherapie hinfällig geworden sind, praktisch hat die combinirte Brehmer'sche Behandlung nicht nur die grösste Bedeutung behalten, sondern auch wirklich sehr hervorragende Heilungsergebnisse erzielt. An den hauptsächlichsten Lungencurorten wird nach Brehmer's, wenn auch vielfach modificirtem Verfahren behandelt, und auch in dem Tiefenklima befindet sich der solchermaassen mit frischer Luft, Waschungen, Douchen, guter Ernährung Behandelte tausendmal besser, als nach der alten Methode der Leberthranfütterung und Moostheetränkung in heissen Zimmern. Es ist mit der Brehmer'schen Behandlungsweise ganz das Gleiche der Fall, wie mit dem Chloralhydrat; auch dieses ist das beste Schlafmittel geblieben, wenn auch die Theorie, die zu seiner Einführung veranlasst hat, nicht mehr haltbar erscheint.

Sehr bestechend ferner und deshalb auch sehr allgemein angenommen ist die Meinung, dass die Reinheit der Höhenluft, ihr Freisein von organischem Staub und inficirenden Keimen es sei, welche gleichsam eine Asepsis der mit Schwindsucht so häufig vorkommenden geschwürigen Processe möglich mache und deren raschere Heilung ermögliche. (Dasselbe Moment macht man übrigens auch für die antiphthisische Wirkung des Wald-, Insel-, Küstenklimas geltend.) Ich muss gestehen, selbst dieser Anschauung gewesen zu sein. Allein folgende Momente sind geeignet, auch gegen diese Theorie Bedenken zu erwecken. In allen auf den Höhen gelegenen klimatischen Hotels ist, wie bei der oft grossen Zahl (bis zu mehreren Hunderten) Kranker nicht anders erwartet werden kann, nicht weniger Staub und nicht weniger organischer Detritus in den Zimmern, Sälen, Corridoren, wie in den Hôtels der Tiefe. Man denke an den Auswurf von vielen hundert in einem Hause zusammenwohnenden Phthisikern; dieser kann doch unmöglich so aufgefangen und fortgeschafft werden, dass nichts oben bleibt. Mancher Auswurf wird auf den Boden gespuckt werden, trocknen und dann wieder als Staub in die Athemwege der andern Kranken gelangen. Wenn wir selbst annehmen dürften, dass in der freien Luft wirklich kein Staub vorhanden wäre, der während des Essens, der Nacht und bei schlechtem Wetter nothwendige Aufenthalt in den Räumlichkeiten des Hauses muss ja doch alle Asepsis illusorisch machen. Man denke doch nur an die Schwierigkeit, eine kleine Wunde aseptisch zu machen oder zu erhalten, um die Unmöglichkeit einzusehen, dieses Ziel in der Lunge zu erreichen, die ja ein förmlicher Staubaspirator ist.

Ich glaube ferner sogar, dass ein ein Haus in einer waldigen und wiesenreichen Gegend mit wenigen Personen bewohnender Kranker, auch in der Tiefe, weniger Staub ausgesetzt ist, als ein Bewohner von den grossen Hôtels in Davos, Falkenstein, Görbersdorf u. s. w. Vorausgesetzt, dass die Freiheit von Staub günstig auf die Heilung phthisischer Geschwüre einwirkt, und dass die Höhen staubfrei sind: woher kommt die allgemeine Angabe von allen Seiten, dass Höhencurorte auf phthisische Geschwüre im Kehlkopf sehr ungünstig einwirken? Ich habe bei Sectionen von Leuten, die in dem ungemein staubreichen Würzburg lebten und dasselbe nie verlassen hatten, häufig Verkalkungen der Lunge als Reste geheilter Schwindsucht, ferner bereits mehrere Male durch Schwielenbildung in der Wand geheilte grössere Cavernen gesehen. Bei diesen konnte unmöglich Staubfreiheit die Ursache der Heilung gewesen sein.

Nichtsdestoweniger, trotz der Unhaltbarkeit aller dieser Anschauungen, ist es gegenwärtig eine fast allgemein geglaubte Annahme, dass auf den Höhen die Lungensucht bessere Aussicht zur Heilung habe, als an anderen Plätzen; und Plätze, wie Davos erscheinen gegenwärtig Lungenkranken so heilbringend, wie Mekka

für die Seele eines Mohammedaners. Statistisch liegen dafür nur wenige Erfahrungen Einzelner vor; aber keine grössere zuverlässige Zahlenreihe, die als auch nur einigermassen brauchbares Fundament für oder gegen diese allgemeine Annahme gelten könnte. Ich beschränke mich daher auf die Wiedergabe der eben herrschenden Anschauung über die Wirkung mässig hoher Bergklimate.

Es sollen die Höhencurorte ganz vorzügliche Heilergebnisse aufweisen in allen möglichen Schwächezuständen: Störung der Verdauung, Blutleere und Blutanomalien; Schwäche und Erethismus des Nervensystems: Hysterie, Hypochondrie, Schlaflosigkeit; schwache Brust, phthisische Anlage; Schwäche der Haut und daher rührende katarrhalische Zustände. Ferner soll das Höhenklima sehr nützlich sein bei rein nervösem Asthma und bei unbedeutenden und mittelschweren Fällen von Phthise.

Für den Sommeraufenthalt dieser Kranken empfiehlt man wegen der grösseren Schönheit mehr mittelhohe, schön gelegene und waldreiche Berge; für den Winter mehr die höheren Gebirge mit einer gegen Winde geschützten Lage, wie Davos, welches sich trotz der Kälte empfiehlt, weil wegen der vielen sonnigen Tage und der geringen Temperaturschwankungen die Kranken viel mehr die freie Luft geniessen können, als an tiefer gelegenen Plätzen. Im Frühjahre mit seinen vielen wechselnden Witterungen, Stürmen, Schneeschmelzen u. s. w. soll nur unter den grössten Vorsichtsmassregeln das Höhenklima durchgemacht, oder besser durch einen südlicheren Aufenthalt in geschützter Lage am Genfersee (Clarens, Montreux u. s. w.) ersetzt werden. Wegen besserer Acclimatisirung sollen diejenigen Kranken, welche im Winter auf der Höhe leben wollen, schon im Spätherbste dieselbe beziehen.

Therapeutische Verwendung der verschiedenen Klimate.

Dem niedrigen Stand der Klimatophysiologie entspricht auch der gegenwärtige Standpunkt in der Klimatotherapie. Bei dem fast vollständigen Mangel einer wissenschaftlichen Einsicht ist man noch angewiesen auf Hypothesen; und je schwächer die Gründe, um so kühner sind die Behauptungen, um so leidenschaftlicher ist der Kampf der Meinungen.

Ich möchte den Versuch machen, auch hier wieder die scheinbar unvereinbaren Standpunkte kühl gegen einander abzuwägen und eine übersichtliche Skizze derselben mit möglichster Unparteilichkeit zu entwerfen. Ich glaube folgende Hauptgesichtspunkte, nach denen sich der Arzt richten soll, feststellen zu müssen:

1) Klima ist eigentlich ein aus einer Pharmacopoea pauperum auszuschliessendes Mittel und gehört nur in die Therapie der Vermögenden und Reichen. Den Armen mag man in das beste Klima schicken; überallhin wird ihn das Gespenst seiner heimathlichen

Lage verfolgen: die bleiche Sorge, der nagende Hunger, die schlechte Wohnung, die ungenügende Kost; und von diesen gejagt müsste er selbst in paradiesischer Lage unterliegen. Ja man kann mit Bestimmtheit sagen, dass in der weiten Fremde ihm seine unbehagliche Existenz klarer und lästiger wird, als in der Heimath, wo ihm gewohnte Umgebung, bekannte Gesichter, hier und da auch eine liebende Hand dieselbe oft viel weniger zum Bewusstsein kommen lässt.

Man überlege daher bei einem jeden Kranken zuerst genau, ob seine Mittel auch reichen und ob nicht vielleicht ein kurzer Aufenthalt in der Fremde durch völlige Erschöpfung der vorhandenen Mittel ihn bald in eine schlimmere Lage versetzt, als er sie vorher hatte. Kranke, welche Eile haben, gesund zu werden, welche jeden Tag mit Angst zählen, welche nur für einige Wochen das nöthige Geld in der Tasche haben, lässt man viel besser zu Hause. Die modernen Versuche, entfernte Heilstationen auch für arme Kranke zugänglich zu machen, werden der Natur der Dinge nach immer nur vereinzelt auftreten können.

Selbst vermögende, aber auf einer niederen Bildungsstufe stehende Menschen, namentlich Landleute, vertragen die Fremde in Folge ihrer Aengstlichkeit, Scheu, Verlassenheit und des dadurch sich einstellenden Heimwehs schlecht und gehen meist immer schon nach wenigen Wochen in ihre Heimath zurück.

Ferner gehört zum Gelingen einer klimatischen Cur auch ein fester Charakter. Da, wie wir noch ausführlicher auseinandersetzen werden, nie das Klima allein, sondern das Verhalten des Kranken im besseren Klima wesentlich zur Heilung mitwirken muss, ist es eine häufige Beobachtung, dass charakterschwache, leichtfertige Menschen den Verführungen, welche die Fremde nach den verschiedenen Richtungen hin darbietet, unterliegen und kränker werden, als in ihrem sittlich fester gefugten Heim.

Es müssen also Arme, Ungebildete und Charakterschwache aus Gründen für deren eigenes Wohl von vorneherein von einer klimatischen Behandlung ausgeschlossen werden. Nur, wenn mit einem klimatischen Curort eine geschlossene, unter strenger ärztlicher Aufsicht stehende Anstalt verbunden ist, darf man bei letzterer Kategorie eine Ausnahme machen.

2) Es muss also, da der weitaus grösste Theil der Kranken die Heimath nicht verlassen kann und darf, von dem Arzte versucht werden, an Ort und Stelle selbst die Verhältnisse des Kranken so zu gestalten, dass er nach klimatotherapeutischen oder, um mit dem begeistertsten und thätigsten Apostel der Luftheilkunde, P. Niemeyer, zu reden, nach atmiatrischen Principien leben kann. Es ist eine der hauptsächlichsten ärztlichen Aufgaben der nächsten Zukunft, dieselben dem Volke klar zu machen und in Fleisch und Blut überzuführen. Nicht blos die Heilung, sondern

auch die Verhütung von Krankheiten wird durch diese atmiatrischen Principien, bei denen es nicht nöthig ist, Staatshülfe anzurufen, sondern, die jeder, selbst der Aermste, in gleich leichter und billiger Weise sich privat beilegen kann, sehr gefördert werden. Gegenwärtig ist der Kampf gegen eingewurzelte Vorurtheile noch ein schwerer, oft nicht zu gewinnender; doch kann man jetzt schon sagen, dass der einzige P. Niemeyer in dieser Richtung schon so viele Volksschichten wenigstens in Deutschland vorbereitet hat, dass, wenn auch die Aerzte sich einmal alle in geschlossener Reihe in derselben Richtung vorbewegen, der Sieg der guten Sache, die allgemeine Anerkennung und Darnachachtung sich vielleicht noch erleben lässt. Es liegt ein Hauptbinderniss des schnellen allgemeinen Durchdringens allerdings in der Art und Weise des Vorgehens der Luftapostel selbst, indem sie sich nicht darauf beschränken, für die eigene Sache zu kämpfen, sondern, wie dies eine Eigenthümlichkeit der meisten Glaubens- und Systemlehrer zu sein scheint, gleichzeitig alle anderen Richtungen, berechtigte, wie unberechtigte, zertrümmern und alles nur mit Luft und höchstens Wasser heilen wollen. Dadurch erregen sie sich selbst eine zum Theil berechtigte Opposition, und diese Opposition macht es nun gerade so, wie die Angreifer und verwirft auch von den letzteren das Brauchbare mit dem Unbrauchbaren. Auch eine Reihe von Kranken werden untreu, wenn sie finden, dass manche ihrer quälendsten Beschwerden doch durch Arzneien rascher beseitigt werden, als einzig durch Luft; und diese sind dann ebenfalls nicht vernünftig genug, das Gute an der verlassenen Methode beizubehalten.

In diesem Lehrbuche kann natürlich nur eine Skizze dieser Principien gegeben werden, wie sie, wie wir supponiren wollen, für einen Kranken passen, der in einer Stadt leben muss und dieselbe nicht verlassen kann, mutatis mutandis natürlich für alle Menschen in allen möglichen Verhältnissen: a) Eine Hauptbedingung ist die Schaffung reiner Luft. Zu diesem Behufe lässt man die Wohnung mehr an den Randbezirken der Stadt, in der Nähe oder in den Anlagen und auf der Seite wählen, von der im grössten Theile des Jahres die Windrichtung herkommt; im entgegengesetzten Falle führt die über die Stadt wehende Luft alle Ausdünstungen und Staubmassen der Stadt natürlich auch in die Umgebung. Ferner sorgt man für eine gute Ventilation der Wohnung, für tägliches feuchtes Auswischen des einen Zimmers, während der Kranke sich in einem anderen aufhält, für sorgfältiges Ausklopfen der Betten. Nachts soll der Kranke bei schwerem Lungenleiden immer allein schlafen; Winter wie Sommer für Ventilation sorgen; die Fenster müssen bei sehr grossen Temperaturunterschieden der freien und der geheizten Zimmerluft wenig, spaltförmig, im Sommer ganz geöffnet sein. So oft es das Wetter erlaubt — und Regenwetter oder Kälte ist kein Abhaltungsgrund; nur sehr kalte, heftig be-

wegte Luft ist nicht zuträglich[1]) — hat der Kranke im Freien grössere und kleinere Spaziergänge (tägl. mindestens 2—3 Stunden) am besten auf Anhöhen hinauf zu machen, wenn möglich im Freien zu essen und zu ruhen.

Respiratoren. Leider sind alle bis jetzt angestellten Versuche, an den Pforten der Athmung im Gesicht Apparate anzubringen, welche nur eine von Staub gereinigte Luft eintreten lassen und dem Kranken demnach erlauben würden, auch in staubiger Luft, die in einer Stadt einmal nie ganz zu umgehen ist, längere Zeit ohne Schaden sich aufzuhalten, als gescheitert zu betrachten. Der vom Publicum noch am häufigsten gebrauchte sog. Jeffrey'sche Respirator ist durchaus ohne jeden Nutzen und sogar verwerflich, weil er nur den Mund verschliesst, während die meisten Menschen durch die Nase athmen und dies immer thun, sowie sie nicht unmittelbar auf ihre Athmung Acht haben; ferner, weil durch die Drahtgitter gerade der gefährlichste feinste Bacterienstaub so gut und leicht hindurchdringen kann, als die Luft selbst; weil, falls Jemand sich dem Respirator zuliebe doch an die Mundathmung ganz gewöhnen könnte, er sich durch die Gewohnheit mehr Schaden trotz davorgebundenen Jeffrey'schen Respirators bringen würde, als wenn er durch die offene Nase fortathmete. Ein Hauptzweck dieses Respirators, die eingeathmete Luft zu erwärmen, ist selbst, wenn diese Leistung durch denselben erfüllt würde, unnöthig, weil bei offener Nasenathmung die eingeathmete Luft mehr erwärmt wird, als wenn sie durch diese Mundmaske hindurchströmt. — Der Tyndall'sche Respirator für Feuerwehrleute ist wegen seiner monströsen Grösse nicht brauchbar. Bei dem vielmehr die Staubabhaltung garantirenden Watterespirator des Dr. Wolff in Frankenstein sind Mund und Nase gleichzeitig mittelst einer sehr einfachen und billigen Vorrichtung geschlossen und wird die Luft nur bezogen,

---

[1]) Leider steht diesen, namentlich von P. Niemeyer in allen möglichen Variationen gepredigten Vorschriften eine bei Laien und vielen Aerzten ausserordentlich hoch entwickelte Erkältungsfurcht hindernd im Wege. Die stinkendste Luft wird lieber vertragen, als eine bewegte, wenn auch noch so köstlich frische Luft. Schon das Neugeborene wird mit äusserster Aengstlichkeit vor Licht und Luft bewahrt, in enge überdachte und noch dazu mit Schleier hermetisch verschlossene Bettchen eingezwängt. In den Schlafzimmern wird ängstlich jede Ritze verstopft, damit die schädliche „Nachtluft" bei Leibe nicht die von Athem- und Darmgasen schwefelwasserstoffig gewürzte dicke Luft verdünne. Es ist Jemand schon ein grosser Freigeist, wenn er in einem Nebenzimmer, in welches eine bis auf einen kleinen Spalt geschlossene Thüre führt, ein Fenster etwas geöffnet zu halten sich getraut. Im Wirthshaus, wenn der Tabaksqualm so dick ist, dass man Niemand mehr erkennen kann, stürzen sogleich 10 erzürnte Männer auf das Fenster zu, um es zu schliessen, wenn ein von Erstickung Heimgesuchter ein Spältchen zu öffnen sich getraut; in den engen Eisenbahncoupés, in einem Raume, der für einen Menschen zu wenig Athemluft enthält, sitzen viele Stunden lang 8 Menschen, ohne dass ein Fenster geöffnet werden darf; es ist sogar unter die obrigkeitlichen Vorschriften aufgenommen, dass bei einem Widerspruche gegen den Willen der sieben anderen Mitbesitzer das Fenster auf der Windseite nicht geöffnet werden darf.

nachdem sie eine Lage von bekanntlich alle organischen Keime, wie Pilze, Sporen zurückhaltender Watte passirt hat. Allein der Apparat giebt dem Gesichte einen so komischen Charakter, dass trotz der Zweckmässigkeit nicht viele Kranke sich entschliessen werden, denselben zu tragen. Es erscheint daher als das vorläufig zweckmässigste, seinen Patienten einzig das Nasenathmen zu empfehlen, beziehungsweise, wenn die Kranken Mundathmer sind, sie wieder an das Nasenathmen zu gewöhnen und bei starkem Staub eine dünne Lage Watte in beide Nasenlöcher stecken zu lassen, wodurch, wie ich mich oft überzeugt habe, das Athmen gar nicht beeinträchtigt wird, vorausgesetzt, dass man nicht einen zu dicken und gepressten Wattepfropf eingeschoben hat. P. Niemeyer nennt mit Recht die Nase den besten natürlichen Respirator, da ihr muschliges Gefüge ein vielfaches Brechen des Luftstromes bedingt und die mit der Luft eingedrungenen fremden Körper in grossen Mengen leicht an den stets feuchten Wandungen hängen bleiben. b) Ein zweites, ebenso wesentliches Erforderniss ist, dass der Kranke, wenn er eine gesundheitsschädliche Beschäftigung hat, z. B. durch seinen Beruf zum Stubenaufenthalt u. s. w. verurtheilt war, aus derselben herausgerissen wird, und dass er Alles vermeidet, was ihn früher Tag für Tag gequält, beängstigt, geärgert hat. Die Freiheit und die Entfernung von der täglichen Bürde und den ewig nörgelnden Anforderungen der Gesellschaft trägt bei einer Entfernung von der Heimath zu dem besseren Appetit, der rascheren Wiedererholung meiner Ansicht nach mehr bei, als der sogenannte Wechsel der Luft. Verschafft man sich zu Hause dieselbe Freiheit, so hat man die Hälfte aller Vortheile eines sogenannten Landaufenthaltes. Trägt man umgekehrt, wie dies unsere Damen leider thun, einen Theil der Sorgen z. B. um Toilette mit hinaus, so nützt ein Land-, ein Badeaufenthalt um die Hälfte weniger. Leider fehlt dem grössten Theile der Menschen die Kraft des Willens, mit einem energischen Ruck aus der umgebenden Gesellschaft hinauszurücken, und die Meisten tragen daher das Schneckenhaus ihrer täglichen Eitelkeits- und Grossmannsqualen überallhin mit, in die Stadt, auf die Spaziergänge, auf das Land und deren Einsamkeit. Bei Kranken, welche aus Armuth ihren täglichen Verdienst nicht entbehren können, die aber bei Beibehaltung ihrer bisherigen Lebensweise voraussichtlich zu Grunde gehen werden, kann man es auch mit einem Wechsel der ernährenden Beschäftigung versuchen. Disponirte Kinder sollen einen Beruf wählen, der sie vorzüglich im Freien beschäftigt: Gärtner, Landwirthe, Forstbedienstete, Schiffer werden. Der zum ewigen Stubensitzen verurtheilte Schreiber soll sich um einen Aufseherposten bewerben; der kleine Handwerker kann als ländlich einsamer Bahnwärter sich neben dem Lebensunterhalte auch die Gesundheit wieder verdienen; der Bildhauer soll seine Steinarbeiten aufgeben und sich aufs Holzschnitzen verlegen u. s. w. Der Arzt kann, wenn er sich

liebevoll in den Charakter und die Kenntnisse seiner Kranken vertieft, in dieser Weise manchen lebens- und eine ganze Familie vor dem Untergang rettenden Rath geben. c) Die übrigen mit der Klimatotherapie verbundenen Maassnahmen, die Abhärtung der Haut, die Athmungs- und Körpergymnastik, die gute Ernährung können selbstverständlich auch von dem in der Stadt Bleibenden mindestens gerade so gut durchgeführt werden, wie bei dem aus der Heimath Geschiedenen.

3) Wenn aber die heimathlichen und häuslichen Verhältnisse derart sind, dass der Kranke unmöglich sich denselben entziehen kann, so lange er zu Hause ist (also bei nicht zu hebenden ehelichen Zwistigkeiten, bei dem Vorhandensein ungerathener Kinder, bei grossen Geschäftsinhabern u. s. w.), und wenn die unter 1) angegebenen Verhältnisse die Anordnung einer klimatischen Cur erlauben, dann ist es immer noch in den meisten Fällen unnöthig, den Kranken in die weite Ferne zu schicken; sondern es genügt vollkommen, denselben wenige Stunden von der Heimath hinweg an ein stilles, lauschiges Landörtchen, in ein einsames Forst- und Privathaus zu schicken.

Wir haben bereits mehrmals unsere Meinung dahin ausgesprochen, dass ein Hauptmoment eines besseren Verhaltens der Kranken wie der Gesunden nach ihrer Entfernung aus der Heimath mehr negativer als positiver Natur ist: die nach Fortfallen der heimischen und häuslichen Widerwärtigkeiten sich einstellende grössere körperliche und geistige Ruhe und Heiterkeit. Dazu aber muss man nicht in Italien und der Schweiz sein. Ja bei einer grossen Zahl von Kranken stellt sich gerade die Ruhe und Stille früher ein, wenn sie nicht in eine zu grossartige, ihnen des Ungewohnten zu viel bietende fremdländlische Gegend kommen; sie gerathen auch weniger leicht ins Schwanken, wenn sie wissen, dass sie jeden Augenblick in wenigen Stunden wieder zu Hause sein oder eine verwandte oder bekannte Pflegeperson sich holen lassen können. Namentlich sehr schwer Kranken sollte man im Hinblicke auf das letztgenannte Moment und in Berücksichtigung, dass weite Reisen oft den letzten Rest der gebliebenen Kraft aufbrauchen und einen Sterbenden an den ersehnten weit entfernten Curplatz bringen, eine weite Entfernung aus der Heimath geradezu verbieten.

4) Es müssen nach den bisherigen Ausführungen sehr schwer wiegende Gründe sein, welche einen Arzt veranlassen, seine Kranken weit fortzuschicken, oder sich mit einer weiten Reise (bei eigenwilligen Kranken) einverstanden zu erklären. Welches sind aber solche schwer wiegende Gründe? Ich kenne oder anerkenne nur folgende: Erstens die durch eine Probe gewonnene Ueberzeugung, dass die Krankheit trotz aller oben angeführten Maassnahmen in dem heimathlichen Klima sich nicht bessert, sondern augenfällig an In- und Extensität zunimmt.

Zweitens: einen krankhaften durch keine Vernunftgründe zu bewältigenden Drang eines Kranken nach der Ferne in Folge eines felsenfesten Glaubens, in der Heimath sterben zu müssen und nur im Süden oder auf Bergen oder am Meere seine Gesundheit wieder erlangen zu können. Liegen diese zwei Momente vor und besitzt der Kranke die ausreichenden Mittel, in der Fremde mit dem höchsten Comfort und der sorgfältigsten Pflege namentlich unter Begleitung seiner liebsten Angehörigen (allein oder ohne passende Begleitung dürfte kein Kranker auf Reisen geschickt werden wegen der vielen sonst nicht zu umgehenden Reiseärger und -beschwerden) und, wenn es sein muss, Jahre lang zu leben, dann ist in meinen Augen der Arzt nicht nur gerechtfertigt, sondern auch verpflichtet, selbst Kranke fortzuschicken, deren Wiederherstellung seiner Ueberzeugung nach auch in der Ferne nicht möglich ist.

5) Die einen berühmten klimatischen Curort besuchenden Kranken sind vor einem leider noch allgemein herrschenden Fehler in der Auffassung von deren Wirkung zu bewahren, der nur zu oft verhängnissvoll wird. Wie die Gläubigen ihr Seelenheil und die Erfüllung irdischer Wünsche einzig von einem kurzen Aufenthalt und einigen Gebeten an einem berühmten Gnadenort, zu erlangen hoffen, so glauben manche Kranke, gesund zu werden, wenn sie nur in dem oder jenem Curort verweilen. „Ich gehe nach Davos“ ist gleichbedeutend mit: „ich hole meine Gesundheit wieder“. Die Heilung an solchen Orten erscheint dem Laien mehr wie ein Mirakel, und nicht an Umstände, Verhalten, Lebensweise ebenso gut geknüpft, wie zu Hause. Welche Excesse in Spiel, in Baccho et Venere werden an solchen Orten begangen! Es kann ja jetzt nicht mehr schaden! Es ist deshalb vor Allem nöthig, dem Kranken klar zu machen, dass an diese Curorte meist nur bessere Bedingungen geknüpft sind, also z. B. die Möglichkeit länger im Freien zu verweilen, Tag und Nacht reinere Luft zu geniessen, als in der trüben Heimath; dass man diese Vortheile aber auch benützen müsse; dass der stunden- und tagelange Aufenthalt in heissen, schlecht gelüfteten Salons, in den Conversations- und Lesesälen und all' den Plätzen der Unterhaltung, wo viele Menschen ihre Athemexcremente mit einander mischen, dass eine schlecht gewählte Wohnung, schlechte Nahrung dort gerade schädlich ist, wie zu Hause; dass eine Verkältung in Italien genau dieselben schlimmen Nachwirkungen hat, wie in Deutschland; dass alle Aufregungen, Liebe und Hass, alle Unmässigkeit, kurz alle den Körper und die Seele zerrüttenden Leidenschaften von Pol zu Pol das Gleiche bewirken. Es muss dem Kranken gelehrt werden, dass er am Curorte unter denselben Vorsichts- und diätetischen Maassregeln leben muss, wie sie auch zu Hause beobachtet werden mussten, und dass er am klimatischen Curorte bei genauester Beobachtung aller Vorschriften nur einige Chancen mehr zur Erlangung der Gesundheit, aber nie und nirgends

ohne dieselben Sicherheit oder annähernde Gewissheit des Erfolges haben könne.

6) Kein Arzt ist im Stande, für eine bestimmte Krankheit den passendsten, ja sogar nur einen passenden klimatischen Curort anzugeben; einmal, weil bei keinem Ort vorausgesehen werden kann, wie gerade in der Zeit des Aufenthaltes das Wetter sein wird, und in manchen Jahren ein sonst ausgezeichnet situirter Platz unter dem ständigen Missgeschick eines schlimmen Windes, ewigen Regenwetters oder unverhältnissmässig starken Frostes zu leiden hat; sodann, weil kein Arzt im Stande ist, während des Lebens die pathologischen Veränderungen im Körper eines Kranken in unumstösslich sicherer Weise zu beurtheilen, wo noch an der Leiche und mit dem Mikroskop nachgerade Schwierigkeiten genug einer richtigen Auffassung in den Weg treten; und endlich, weil auch vorausgesetzt das Klima und die Art und Natur der Erkrankung wären gesicherte Punkte, die klimatischen Indicationen für eine Krankheit so unsicher und wenig exact festgestellt sind, wie die physiologische Wirkung der klimatischen Verhältnisse. Es muss deshalb auch in der Fremde gerade so gut, wie in der Heimath der erstempfohlene Platz nur durch die daselbst von dem dortigen Arzte und dem Kranken gemeinschaftlich gemachte Erfahrung als wirklich günstig oder ungünstig wirkend erprobt werden. In ersterem Falle dürfte dann eine definitive Niederlassung aber auch wieder nur für so lange Zeit, als die Witterung und die Besserung des Kranken andauern, beschlossen werden. In letzterem Falle wäre der betreffende Platz durch einen anderen zu ersetzen. Es leuchtet ein, dass auf diese Weise und bei solchen Aussichten der Kranke eine Zeit lang nicht zur Ruhe kommt und dass manche Kranke in die Gefahr kommen, unsicher zu werden, und wenn sie nicht schnell Besserung verspüren, ruhelos von Ort zu Ort zu wandern und hierdurch ihrem Körper schlimmere Dienste zu erweisen, als wenn sie in der Heimath geblieben wären. Ja wenn man die z. B. in Italien in Frage kommenden klimatischen Curorte einfach in 2 Gruppen zertheilen könnte z. B. in warme trockene und in warme feuchte, dann hätte man nur folgende einfache Erwägung: Wenn ein Kranker an einem einzigen Curorte der einen Kategorie nicht die gehoffte Besserung eintreten sieht, dann wird er eben so vergebens nach irgend einem andern Curorte derselben Kategorie übersiedeln und muss es sogleich mit der zweiten Kategorie versuchen. Leider ist bei den mannigfachen Jahresschwankungen in dem einen Jahre oft starke Feuchtigkeit an demselben Platz, der das Jahr zuvor von äusserster Trockenheit heimgesucht war, so dass auch die klimatische Eintheilung, wie jede künstliche andere jederzeit gefasst sein muss, durch die Natur corrigirt zu werden. Die vielfache klimatotherapeutische Verwerthung von Ausdrücken: Torpide, erethische Constitution, irritirende, deprimirende, sedative, niederschlagende Kli-

mate bezeugt, wie viele dunkele Punkte man noch mit dehnbaren Schlagwörtern auszufüllen genöthigt ist. Als allgemeinster Satz für die Auswahl der Klimate für Kranke kann der gelten, dass man dieselben im Sommer von den erschlaffenden Wirkungen der Hitze durch Wald-, See-, mittleres Höhenklima, und im Winter vor den Erkältungskrankheiten einer- und dem Stubensitzen andererseits schützen muss durch die Wahl eines warmen südlichen oder auch eines höheren Gebirgsklimas.

Während der Sommerzeit haben die höchstgelegenen Curorte vor denen der Mittelhöhe jedenfalls keine Vorzüge; im Winter dagegen eignen sich letztere trotz der Kälte wegen der vielen sonnigen Tage und der geringen Temperaturschwankungen viel besser zu einem Winteraufenthalt und gewähren dem Kranken weit mehr Tage, in denen er die freie Luft geniessen könne, als dies in weniger hohen Gegenden der Fall ist. Doch nimmt man ziemlich allgemein an, dass nicht blos die höchst-, sondern auch die mittelhoch gelegenen Höhencurorte weniger für fieberhaft und in raschem Fortschreiten begriffenen, als vielmehr für torpide, fieberlose Infarcte und Katarrhe passend sei. Man muss sich auch in Acht nehmen, der Empfehlung vieler Plätze als Höhencurorte zu trauen; denn sehr viele auf Gebirgskanten und Höhen z. B. der Schweiz gebaute Hotels haben eine allen Windströmungen und Temperatursprüngen ausgesetzte Lage, so dass sich die Lungenkranken nur schlecht befinden können (Isenschmidt).

Wer nach Italien geht, darf auch nicht jeden beliebigen Platz auswählen, sondern nur solche, an denen er vor den heftigen, oft wochenlang dauernden und jedes behagliche Spazierengehen unmöglich machenden Winden, namentlich Nord- und Westwinden geschützt ist, und wo er gute, heizbare Wohnungsverhältnisse vorfindet; auch sollen grössere Städte, wie z. B. Rom und Neapel von Lungenkranken nicht als klimatische Asyle betrachtet werden.

Sehr günstige Uebergangsplätze für solche, welche von Norden oder Höhen das südliche Klima aufsuchen wollen, oder umgekehrt, bieten für Frühjahr und Herbst viele Curorte Südtyrols und namentlich des Genfer-Sees (Clarens, Montreux); letztere ebenso schön, wie gut und billig können auch als Winterstationen benützt werden so gut, wie viele italienische Orte.

7) In der letzten Zeit ist zwischen Dettweiler und Rohden ein sehr lebhafter Streit gekämpft worden, ob für eine klimatische Behandlung der Lungenkranken „eine geschlossene Anstaltsbehandlung“ zu besseren Ergebnissen führe, als eine „offene Cur“. Mir däucht die Antwort auf diese Frage sehr einfach und ohne jede persönliche Aufwallung lösbar zu sein.

Wenn man überhaupt annimmt, dass von ärztlicher Seite aus ein Einfluss auf den Verlauf einer Krankheit ausgeübt werden könne, wovon ich für meine Person fest überzeugt bin, dann muss

wohl eine leibärztliche, anstaltsärztliche und auch eine hausärztliche (letztere aber nur unter der Voraussetzung, dass der Hausarzt nicht befürchten muss, seine Clienten möchten die grössere Sorgfalt und die häufigeren Besuche nur als ein Attentat auf ihren Geldbeutel auffassen) Behandlung als die idealere, zweckentsprechendere und bessere angesehen werden. Bei einer offenen nur auf einige Wochen oder Monate sich erstreckenden Badecur ist der Arzt nur „berathend“ nicht „behandelnd“. Der Kranke kann den Arzt aufsuchen oder vermeiden; er kann ihm gehorchen oder nicht, ganz nach seinem Belieben. Bei den eigentlich behandelnden Aerzten wirkt ausser dem gesprochenen Wort auch die persönliche, oft auch eine freundschaftliche Rücksicht und manchmal sogar die Furcht vor dem Gestrengen auf das Thun und Lassen einen sehr energischen Einfluss aus. Der für kurze Zeit nur berathende Arzt wirkt einzig in der einen der eben genannten Manieren ein durch die überzeugende Kraft seines Wortes; ebenso gut kann man sich den Erfolg denken, wenn ein Kranker der Lehren seiner Hausärzte eingedenk bleibt und an dem empfohlenen Curorte gar nicht mehr einen neuen Arzt consultirt. Die Besserung und Heilung liegt eben im letzten Falle immer mehr im, wenn ich mich so ausdrücken darf, Belieben der Kranken. Bei ruhigem Urtheile und bei längerer Erfahrung muss man daher mit Nothwendigkeit dazu kommen, seine Kranken, wenn man sie doch einmal fortschicken muss, lieber in eine geschlossene Anstalt zu einem bekannt tüchtigen Arzte zu schicken. Ein schlechter Arzt ist natürlich in geschlossener, wie in offener Cur in gleicher Weise von Uebel. Man wird leichtfertige, unüberlegte Kranke überhaupt nur unter der Bedingung fortschicken können, dass sie überwacht werden, sei es von einem gewissenhaften und strengen Leibarzte, sei es von einem gewissenhaften und strengen Anstaltsarzte. Man wird sogar die Nachtheile nnd Schattenseiten einer geschlossenen Anstalt nicht zu übersehen brauchen: die nothwendige Luftverschlechterung in den Speise-, Lese- und Conversationssälen bei gleichzeitiger Benützung durch Hunderte von Lungenkranken, die leichtere Gelegenheit zu Cabale und Liebe bei dem engen Zusammenleben eines so erregbaren Völkchens, wie die Lungenkranken einmal sind; die fast unendlichen Ansprüche an die Geduld, Kraft, Umsicht des Arztes u. s. w. — und wird man doch Dettweiler in seiner Beweisführung für die geschlossenen Anstalten Recht geben müssen. Wenn eine Krankheit in einer offenen Cur sich bessert oder heilt, dann ist nicht die ärztliche Behandlung die Hauptursache der Besserung, sondern einzig die Einwirkung des Klimas und die Natur der Krankheit und des Kranken. Der Ausspruch, dass Lungenkranke mehr durch ihren Charakter, als durch ihre Krankheit gefährdet sind, hat in der That eine gewisse Berechtigung.

Auf der anderen Seite heisst es aber auch wieder zu weit über das Ziel hinausgeschossen, wenn man als unabwälzbaren Vor-

wurf der offenen Curmethode erklärt, dass die Curdauer bei derselben zu kurz ist und dass sich Aerzte finden, welche trotz der Einsicht in die Unmöglichkeit, die Kranken in wenigen Wochen zu heilen, doch immer wieder zur Behandlung sich herbeilassen. Man muss eben auch bedenken, dass die wenigsten Kranken die Mittel und die Möglichkeit besitzen, ein oder mehrere Jahre lang die Kosten einer geschlossenen Curanstalt zu tragen, dass aber auch Tausende von den weniger Bemittelten z. B. Beamte den oft unwiderstehlichsten Drang haben, ihre kranke und beengte Brust wenigstens einige Wochen lang in reiner Luft zu baden, da ihre Verhältnisse es nicht länger erlauben. Sollte Solchen oder gar Armen, die oft nicht den Sonntag zur Erholung benützen können, ein Arzt den geforderten Rath verweigern, weil sie nie ganz gesund werden könnten? So Unrecht dieser letztere Arzt hätte, wenn er die besseren Erfolge des Anstaltsarztes verdächtigen wollte, ebenso Unrecht hätte der Anstaltsarzt, wenn er dem schwereren und oft genug aussichtslosen Kampf des ungünstiger situirten Collegen seine Anerkennung versagte.

8) An einen klimatischen Curort zu stellende Anforderungen sind, dass er alle Vortheile des Localklimas vollständig ausnützt, also z. B. in nächster Nähe eines etwa vorhandenen Waldes, eines zum Baden geeigneten Gewässers liegt und nicht den Kranken nöthigt, erst weite Spaziergänge in glühender Hitze zu machen, bis er an den geeigneten Aufenthaltsort kommt; ferner, dass er alle etwaige mangelnde klimatische Verhältnisse zu überwinden im Stande ist, z. B. durch passend gerichtete Arcaden, bedeckte Gänge auch bei Regen, heftigem Sturmwind es dem Kranken ermöglicht, im Freien spazieren zu gehen; ferner, dass die Kost ausgezeichnet, die Wohnungen, die Spazierwege, die Ruhebänke in gutem Stande sich befinden, dass ein oder mehrere tüchtige Aerzte in unmittelbarer Nähe wohnen; und endlich, dass die Kosten nicht unverhältnissmässig hohe, und vom Kranken alle beutelschneiderische Verhältnisse ferngehalten sind.

9) Die Behandlung an klimatischen Curorten soll vor Allem darauf hinausgehen, alle Schädigungen durch Mode, Gesellschaft, Arbeit, Wohnung, Kleidung, Essen, Trinken, Nachtwachen, Sorge, Aerger, denen der Kranke in seinem gewöhnlichen Leben ausgesetzt war, fern zu halten, die Haut zu kräftigen durch dem jeweiligen Zustande angepasste Kaltwasserbehandlung, — Bäder, Douchen; der Lunge fortwährend reine frische Luft zuzuführen, ordentliche Athemgymnastik treiben, mässig, aber gut essen und trinken und alle gemüthlichen Aufregungen, geistige Ueberanstrengungen vermeiden zu lassen. Medicamente sind anzuwenden, wenn in anderer Weise unangenehme und schlimme Zustände nicht rasch zu beseitigen sind. Jedenfalls thut nicht das Klima, sondern nur das richtige Verhalten und die richtige Behandlung in einem guten Klima die Hauptwirkung. (Vgl. S. 74.)

10) Aufzählung der klimatisch zu behandelnden Krankheiten. Man kann zwei Hauptunterschiede machen, nämlich: a) Zustände, welche nicht etwa durch die Verbesserung des Klimas, sondern nur durch die Entfernung aus der Heimath und deren misslichen Verhältnissen und durch die Freuden und Leiden der Reise gebessert werden; dahin gehören die Langeweile, die Hypochondrie (Spleen), geistige Erschöpfung durch Ueberarbeiten, melancholische Gemüthszustände, Appetitlosigkeit, Verdauungsschwäche u. s. w. Hier wirken neben der Beseitigung der täglichen Nörgeleien vor Allem die energische Bewegung, der fortwährende Aufenthalt in freier Luft, die vielfache freudige Abwechselung als eben so viele Heilmittel. b) Zustände, in denen in der That die bessere Beschaffenheit des Klimas positiv und negativ zur Besserung beitragen. Hierher gehören die Schwächezustände nach schweren Krankheiten, hartnäckige Blutleere, Scrophulose, rheumatische, gichtische und katarrhalische Zustände, Lungenleiden.

Einen Hauptausschlag für die Wahl des Klimas hat die Constitution des Kranken zu geben; Kranke mit noch vielen Succursen, noch kräftigem Körper, starker Musculatur und guter Wärmebildung passen im Ganzen mehr in nördlichere und höher gelegene Curorte, dagegen sehr hochgradig geschwächte, blutleere, leicht frierende Menschen mehr in gleichmässig warme südliche Plätze. Extreme in der Temperatur und anderen klimatischen Factoren sind für alle Kranke schädlich. Die höchsten Grade der Krankheiten, das letzte Stadium der Phthise u. s. w. sind an keinem Platz der Welt mehr zu heilen und alle klimatischen Curärzte, wo sie auch stationirt sein mögen, sind in dem einen Punkte von einer rührenden Eintracht, dass ihr Klima für solche schwerste Kranke nicht passe, und dass es ein Unrecht sei, ihnen solche zuzusenden. Leider ist meistens weniger der heimathliche Arzt, als vielmehr die Sehnsucht des Kranken, seiner Krankheit zu entrinnen, die Ursache, dass immer und immer wieder solche Missgriffe gemacht werden müssen.

In folgender Tabelle ist eine Uebersicht der gegenwärtig allgemein empfohlenen klimatischen Hauptspecialitäten bei den einzelnen Krankheiten enthalten.

Krankheit.	Höhenklima.	Seeklima.	Südliches Klima.	
			mehr feuchtwarm.	mehr trockenwarm.
Phthisische Anlage.	z. B. Falkenstein, Reichenhall, Görbersdorf, Reiboldsgrün, Davos.	Geschützte Küstenlage, Inseln, Seebäder.	—	—

Krankheit.	Höhenklima.	Seeklima.	Südliches Klima. mehr feuchtwarm.	Südliches Klima. mehr trockenwarm.
Bronchit. chronica u. Emphysem.				
a. im Sommer.	Niedrige Höhen, Nadelwaldungen, geschützte Lage.	—	—	—
b. im Winter				
α. viel Husten und wenig Secretion;	—	—	z. B. Venedig, Pisa, Nervi, Catania, Pau, Madeira.	—
β. mit abundanter Secretion.	—	—	—	z. B. Riviera, Mentone, Bordighera, St. Remo, Monaco, Aegypten, Algier.
Lungenschwindsucht.				
a. Spitzenkatarrh.	z.B. im Sommer u. Winter in Falkenstein, Görbersdorf, Reiboldsgrün, Davos.	—	im Früjahr die geschützten Plätze an südlicheren Seen, Genfer - See (Montreux), Lago maggiore (Pallanza); im Winter: Venedig, Pisa, Nervi, Catania, Pau, Madeira.	oder i. Winter: Riviera etc.
b. Kehlkopfphthise.	—	—	do.	—
c. Stationäre Lungenschwindsucht.	im Sommer u. im Winter wie oben.	imSommer nördl. Meeresküsten.	im Frühjahr und Herbst die geschützt. Plätze am Genfer-See u. s. w.	im Winter: Riviera, Algier, Aegypten.
d. Fortschreitende Lungenschwindsucht	im Sommer wie oben.	imSommer nördl. Meeresküsten.	—	Riviera, Sicilien, Corsika, Algier.
α. mit Fieber,	—	—	—	do.
β. nach beseitigtem Fieber.	Bergaufenthalt.	—	—	—
Bronchiektasie.	im Sommer wie oben.	imSommer nördl. Meeresküsten.	—	Riviera, Sicilien, Corsika, Algier.

Krankheit.	Höhenklima.	Seeklima	Südliches Klima.	
			mehr feuchtwarm.	mehr trockenwarm.
Asthma				
a. nervosum,	?	—	—	—
b. catarrhale	wie oben bei Bronchitis.	—	wie oben bei Bronchitis.	wie oben bei Bronchitis.
Scrophulosis	—	nördl. u. südl. Meeresküsten.	—	—
Reconvalescenz nach schweren Krankheiten				
a. nach Lungenentzündung,	im Sommer Höhenklima.	—	im Winter do.	—
b. nach Pleuritis,	im Sommer Höhenklima.	—	"	—
c. nach Infectionskrankheiten.	im Sommer Höhenklima.	im Sommer Küstenaufenthalt.	"	im Winter wie oben.

Wenn man die vielen Statistiken der einzelnen klimatischen Curorte durchgeht, so findet man neben wenig Geheilten immer eine grosse Zahl von Gebesserten, oft bis 50 pCt. Ein Theil derselben ist in der That auch gebessert und hat sich eine Verlängerung des Lebens errungen; bei einem anderen Theil aber darf folgendes Moment der Selbsttäuschung nicht übersehen werden: Der in einem engen Kreise, in einer abgeschlossenen Gesellschaft, auf einsamer Land- oder Höhenstation lebende Arzt hat den natürlichen lebhaften Wunsch, durch den Nachweis eintretender Besserung seine Kranken bei Humor zu erhalten; und der Kranke, dem sein Aufenthalt, die Entfernung von seinem Geschäfte grosse Opfer auferlegt, möchte zum Troste seiner Angehörigen ebenfalls nach Hause schreiben, dass das viele Geld nicht umsonst ausgegeben und dass Besserung entschieden eingetreten sei. Da wird von beiden Seiten so lange beobachtet und gedeutet, bis sich eine Ueberzeugung von eingetretener Besserung herausbildet; der Kranke glaubt gerne dem Arzt und der Arzt gerne dem Kranken. Dieses Ergebniss wird in die ganze Verwandtschaft hinausposaunt, und wenn der Kranke später stirbt, erlischt das Interesse, wie am Menschen, so an seinem Krankheitsverlauf; die Thatsachen aber der einmal auf einem Curorte eingetretenen Besserung bleiben bestehen und häufen sich allmälig so an, dass, wie wir es jetzt vor unseren Augen sehen, die Erfolge klimatischer Curorte für grösser gehalten werden, als sie es in der That sind!

Uebersicht der klimatischen Curorte.

Es ist die verdienstvolle Arbeit Reimer's, welche es Aerzten und Kranken ermöglicht, unter der Unzahl der an allen Ecken und Enden der Welt auftauchenden klimatischen Curorte eine Auswahl zu treffen. Indem ich auf dessen jedem Arzte oder reiselustigen Kranken unentbehrliche „klimatische Sommer- und Wintercurorte" verweise, beschränke ich mich auf eine kurze übersichtliche Darlegung derselben, soweit sie für deutsche Kranke ein Interesse haben.

Bei der Unmöglichkeit einer klimatotherapeutisch-rationellen Eintheilung halte ich es für das zweckmässigste, nur zwischen nördlicheren und südlicheren Curorten zu unterscheiden. Die Reimer'sche Eintheilung in Sommer- und Wintercurorte ist bereits durchbrochen, da eine Anzahl der ersteren, namentlich einige berühmte Höhencurorte, wie Falkenstein, Görbersdorf, Reiboldsgrün, sich ebenso zu Sommer-, wie zu Wintercurplätzen umgestaltet haben.

Klimatische Curorte (Sommerfrischen, Höhen-Wintercurorte) Deutschlands. Zu Curplätzen in Deutschland sind alle Orte geeignet, welche man zu sogenannten Sommerfrischen geeignet findet, also alle schön gelegenen, wald- und schattenreichen, staub- und bevölkerungsarmen, nicht zugigen und mit gutem Trinkwasser und mit einer Badegelegenheit versehenen Plätze, kleine Oertchen, Hôtels, Försterhäuschen. Kein Land der Welt hat so viele derartige gemüthliche Plätzchen, wie unser Vaterland. Wo findet man in Italien so prächtige Wiesen, so klare Forellenwässer, so herrliche Buchen- und Fichtenwälder? Jede Stadt hat in grösserer oder geringerer Nähe 100 derartige Bezirke, mehr als genug, um alle luftdurstenden und Luftveränderung benöthigenden Kranken aufzunehmen. Meist findet man an denselben jetzt schon die dem Kranken nothwendigen Bequemlichkeiten. Wenn sich nicht überall der nöthige Comfort vorfindet, so ist dies nur darauf zu beziehen, dass man bei uns immer noch gewöhnt ist, namentlich die vermögenderen Kranken in die weite Ferne zu senden und nur die unvermögenderen den kleinen Sommerfrischen zuwendet.

Aber auch für die höchsten Ansprüche an das Leben genügen eine grosse Reihe schöner und entsprechender Sommerfrischen in unserem Vaterlande, da man eine grosse Zahl unserer deutschen Bäder ebenso gut wegen ihres guten Klimas, ihrer zweckentsprechenden Lage, ihrer herrlichen Anlagen und Wälder zu einer klimatischen Cur besuchen kann, wie wegen ihrer Mineralwässer; ja wir halten sogar erstere Momente auch für Diejenigen, welche nur

letzterer wegen ein Bad besuchen, für mindestens gleich an der guten Wirkung betheiligt. Welche herrliche Plätze findet man in Wiesbaden, Homburg, Soden, Gleichenberg, Kissingen, Baden-Baden, Brückenau, Alexandersbad u. s. w., wenn man auch auf freie Geselligkeit, gute Aerzte, hochfeine Wohnungen Ansprüche erhebt; welche unübertrefflichen Punkte besitzen wir an unseren Seen: Bodensee, Starenberger, Ammer-, Kochel-, Walchen-, Tegern-See; welche lauschige stille Plätze finden sich im Taunus, an der Bergstrasse, im Oden-, Schwarzwald, im Spessart, in Thüringen, am Harz, Teutoburgerwald, in den Weserbergen; welche herrliche Plätze in den Flussthälern am Rhein, Main, Neckar, an der Tauber, Isar, Nahe, Lahn, Mosel u. s. w.

Fichtelgebirge und **fränkische Schweiz,** ersteres mit theilweise sehr wildromantischen Gegenden, und sehr unzuverlässigen Witterungsverhältnissen; letztere lieblicher und milder.

Alexandersbad (560 M.) mit Stahlbad und Wasserheilanstalt; Berneck (380 M.) mit sehr nahem Wald; Phantasie bei Baireuth mit prächtigen Parkanlagen.

Gössweinstein (700 M.) mit prächtiger Rundsicht; Muggendorf (660 M.) sehr staubreich; Streitberg (580 M.) mit sehr entferntem Wald.

Thüringer- und **Frankenwald** mit ungemein grossen Fichten-, Tannen- und Buchenwäldern und Erhebungen bis zu 1000 M., kühl und regnerisch, 170 Regentage im Jahre wenigstens in den waldigen Theilen. Hochsommer und Herbst haben mehr beständig schönes Wetter. Die empfehlenswerthesten Aufenthaltsorte sind:

Lobenstein (480 M.) mit guter Luft, waldigen Bergspaziergängen und allen möglichen Heilbädern; Ilmenau (470 M.) mit herrlichen, mässig ansteigenden waldigen Bergspaziergängen; Elgersburg (470 M.) mit sehr reiner Luft und gleichmässiger Temperatur, Nadelwälder mit den schönsten Spaziergängen; Friedrichsroda (410 M.), einer der beliebtesten Luftcurorte Thüringens; Tabarg (410 M.) ebenso gut, und weniger unruhig wie das vorige; Liebenstein (315 M.), der behaglichste und feinste Platz; und Arnstadt (310 M.) mit ausgezeichneter gleichmässiger Temperatur und exquisitem Berg- und Waldschutz.

Harz mit dem 1140 M. hohen Brocken ist wegen seiner nördlichen Lage trotz der nicht grossen Höhen seiner Curorte hinsichtlich der frischen Luft gleich zu setzen doppelt so hoch gelegenen Plätzen in den südlicheren Gebirgen Deutschlands. Sehr besucht sind: Suderode (173 M.), Wernigerode (244 M.), Harzburg (235 M.), Grund (380 M.) u. s. w.

Habichtswald bei Kassel mit starker Bewaldung und den herrlichen Parkanlagen Wilhelmshöhe's (285 M.).

Spessart und **Rhön.** Obwohl voll reizender und geschützter Punkte, herrlicher Wälder, prächtiger Fernsichten, ist doch die Cultur noch nicht so weit in dieselben eingedrungen, dass man irgendwie dauernden Aufenthalt für Kranke auch von bescheidensten Ansprüchen finden kann.

Taunus mit der ausgezeichneten von Frankfurter Aerzten gegründeten, von Dettweiler vorzüglich geleiteten geschlossenen Luftcuranstalt Falckenstein (400 M.).

Schwarzwald. Herrliche Wälder, ungemein grosser Wasserreichthum, an der Südseite kühleres, an der Westseite wärmeres Klima: Teinach (390 M.) mit sehr günstigen klimatischen Verhältnissen und reinster Waldluft; Liebenzell (334 M.), schöne, stille und anspruchslose Sommerfrische; Herrenalb (336 M.) mit herrlicher wasserreicher Gegend und gleichmässig feuchtwarmem Klima; Gernsbach (201 M.) in lachendster Gegend; Schönmünzbach (456 M.), Ruhe, Waldesfrische und bescheidenes Standquartier; Baden, eines der feinsten und auch durch Naturschönheit und gute Luft ausgezeichnetes Bad; nur zu stark besucht (bis 40,000 Curgäste); Antogast (484 M.), frische und doch geschützte Lage; ebenso Petersthal (430 M.), Freiersbach (384 M.), Griesbach (496 M.), Rippoldsau (566 M.), St. Märgen (890 M.), Waldau (962 M.). Badenweiler hat 3 verschiedene Höhenlagen (Oberweiler 359 M., Badenweiler 422 M., und Haus Baden 520 M.). An den südlichen Abhängen sind erwähnenswerth: Todtmoos (821 M.), Schluchsee (952 M.), Bonndorf (847 M.), Steinabad (739 M.).

Die **schwäbische Alp,** die Wasserscheide zwischen Rhein und Donau hat folgende zum Theil einfache, zum Theil luxuriöse Curorte: Rottweil (625 M.), Beuron, Urach, Canstatt, Berg.

Odenwald und **Haardt.** Zum Theil herrliche, lachende Gegenden mit reizenden Fernsichten. Das höchst gelegene Gleisweiler (310 M.) (Haardtgebirge) hat vortrefflichen Schutz gegen Nord- und Ostwinde und schattige Waldungen in nächster Nähe. Die übrigen Curorte, Dürkheim, Annweiler, sowie die des Odenwaldes: Jugenheim, Auerbach, Lindenfels, Michelstadt haben eine Höhe von nur 100—200 Meter über dem Meere.

Sächsisch-böhmische Schweiz (Elbsandsteingebirge) mit nur mässigen Höhen bis höchstens 500 M., lieblichen, meist mit Tannenwäldern begleiteten Thälern und durch die Elbe wasserreich und kühl; daher im Sommer stark besuchte Sommerfrischen, wie Loschwitz (230 M.), Schweizermühle (356 M.) u. A.

Erzgebirge, zwischen Fichtelgebirge und sächsischer Schweiz, mit Erhebungen bis zu 1200 M. bei einer mittleren Höhe von 800 M. ohne besondere landschaftliche Schönheit, aber einigen sehr schönen und guten Curplätzen. Reiboldsgrün (688 M.) mit herrlicher balsamischer Luft, rings von Tannenwäldern umgeben und zu Sommer- wie Wintercuren (Brehmer's Methode) zu empfehlen.

Ausserdem Frauenstein (661 M.), Warmbad (458 M.), Eichwald (374 M.).

Sudeten mit dem Riesen- und Isergebirge. Dieser 3000 Kilometer lange Gebirgszug hat nur im Riesen- und Isergebirge einen fortlaufenden Kamm und ist im Uebrigen welliges, hügeliges Land. Die hohen Granitberge sind oft hoch hinauf bewaldet und haben in einer Höhe von 1300 M. in der Region der Krummholzkiefer einen ganz alpinen Charakter. Die klimatischen Curorte sind vorzugsweise an der Nordostseite des Gebirgszuges zu suchen, da es da weniger regnet, als auf der Südwestseite. Besonders stark besucht ist:

Görbersdorf, mit der berühmten Heilanstalt Brehmer's, Dorf von 500 Einwohnern, in einem weiten Hochthale 540 M. hoch gelegen und durch grosse Wälder und 900 M. hohe Berge vor heftigen Winden geschützt. Vom 1. Mai bis letzten November 1873, 1874 und 1875 hatte man daselbst durchschnittlich 100 heitere, 40 theilweise bewölkte, 10 stark bewölkte, zwischen 6 bis 32 Regentage. Durchschnittstemperatur: Mai 10° C., Juni 15° C., Juli 17° C., August 16° C., September 13° C. Herrliche Luft; schöne Parkanlagen führen von Brehmer's Anstalt bis in den Wald, in welchem sanft ansteigende Wege allmälig 300 M. hoch hinaufführen.

Andere sehr liebliche und empfehlenswerthe Curorte sind ferner: Karlsbrunn (763 M. hoch), Johannesbad (630 M.), Reinerz (556 M.), Krummhübel (520 M.), Schwarzbach (500 M.), Charlottenbrunn (485 M.), Buchwald (419 M.), Petersdorf (400 M.) und Roznau (398 M.).

Sommer- und Höhencurorte in den österreichischen, steirischen und kärntner Alpen. Durch 4 Schienenwege von allen Seiten leicht zugänglich verdienen die vielen zum Theil mit Kalt- und Warmwasserheilanstalten u. s. w. versehenen Curorte nicht weniger Beachtung, wie die der Schweiz, Tirols. Besonders erwähnenswerth sind: Kaltenleutgeben, Reichenau (500 M.), Mürzzuschlag (790 M.) am Semmering, Wildalpen (561 M.), Admont (602 M.), Steinerhof, Frohnleiten, S. Radegund (650 M.), Eggenberg (360 M.), Tobelbad (330 M.), Gleichenberg (300 M.), mit einem dem Emser ähnlichen alkalischen Mineralwasser und einem sehr starken Besuch, Velden (420 M.)

am Klagenfurter See, Villach (500 M.), Ober-tarvis (768 M.), Veldes, Fladnitz (1400 M.).

Sommer-, Winter- und Höhencurorte in den Bairischen, Salzburger und Tiroler Alpen. Hier sind zu nennen in **Baiern:** Reichenhall (457 M.) mit Gradirhäusern, Soolbädern, pneumatischer Glocke u. s. w., Berchtesgaden (580 M.) mit dem herrlichen Königssee, Seeon, Kiefersfelden, Miesbach (700 M.), Schliersee (800 M.), Bairischzell (1040 M.), Tegernsee (732 M.), Kreuth (800 M.), Partenkirchen (700 M.), Kainzenbad, Garmisch (700 M.), Immenstadt (720 M.), Sonthofen (730 M.), Oberstdorf (812 M.), Schröcken (1265 Met.), und fast alle Orte am Achen-, Starnberger (590 M.), Ammer- und Kochelsee;

im **Salzburgischen:** Gmunden (417 M.) mit Sool- und Seebädern; Ischl (484 M.), ein Sool- und Luxusbad; Aussee (650 M.), Mitterndorf, Zwieselalm, Kammer, Unterach, Mondsee, Aigen;

in **Tirol** und **Pinzgau** u. s. w.: Brixlegg, Kitzbühel, Zell am See, Fusch, Brennerbad, Bruneck, Niederndorf mit Bad Maistadt, Innichen, Sillian, Lienz, Mitterbad, Sarntheim, sämmtlich 500—1300 M. hoch gelegen und Obladis (1400 M.).

In **Südtirol** hat man folgende Wintercurorte: Gries (300 M.) bei Botzen, das bei gleich guter frischer Bergluft doch wärmer ist und die Sonne täglich länger geniessen lässt, auf der anderen Seite noch viel staubiger ist, wie Meran. Letzteres (324 M.) zeichnet sich mit Umgegend vor Gries aus durch grösseren Comfort, bessere Spaziergänge und seine grosse Windstille von October bis Januar. Arco (73 M.) ist im December und Januar ebenfalls ziemlich windgeschützt und um 2° C. wärmer als Meran, hat aber schlechte Frühjahre und Herbste und entbehrt noch sehr des Comforts. Riva ist nach Reimer als Winteraufenthalt unmöglich.

Der **Bodensee**, dieses schwäbische Meer, vereinigt auf nicht weitem Raum See-, Höhen-, Wald- und Thalklima in wundervoller Abwechselung des herrlichsten Panoramas in sich. 400 M. über dem Meer gelegen, 60 Kilometer lang, 14 Kilometer breit, mit dem klarsten, in seiner Temperatur wenig schwankenden, häufig von starken Stürmen gepeitschten Wasser, mit reinster und durch die regelmässigen Seebrisen sehr erfrischenden Luft hat er fast in jedem Oertchen schöne, gemüthvolle, nicht zu luxuriöse, billige Aufenthaltsbedingungen. Das deutsche und österreichische Ufer hat das herrlichste Panorama, die Schweiz mit dem Ausblick auf auf das monotonere niedrigere deutsche Gestade kühlere Verhältnisse.

Am meisten zu empfehlen sind auf deutscher Seite in der Umgegend Lindau's (nicht dieses selbst): die kleinen Curorte Aeschach, Schachenbad, Enzisweiler, Wasserburg, Kressbronn; ferner Friedrichshafen, Ueberlingen, Radolfzell; am österreichischen Ufer das wundervoll gelegene Bregenz mit den idealsten Spaziergängen und dem Höhencurort, allerdings stark windigen 1190 M. über dem Meer gelegenen Pfänder, dem grossartigsten Aussichtspunkt über den Bodensee; am Schweizer Ufer: Horn, Arbon, Romanshorn (Rorschach ist zu rauchig und den ganzen Tag von Eisenbahnzügen durchjagt), Mammern.

Meerklima und Seebäder an der Nord- und Ostsee. Das Klima an beiden Meeren ist im Winter wärmer, im Sommer kühler, als das angrenzende Continentalklima. Der Salzgehalt der Nordsee ist bedeutender, als der der Ostsee. Die vielen Curorte an den Küsten und auf den Inseln sind zum Theil grossartig, zum Theil höchst einfach eingerichtet. Curzeit dauert vom Juli bis September.

Die beliebtesten Nordseebäder sind auf den deutschen Inseln: Norderney, Borkum, Föhr, Sylt, Wangeroog, Spiekeroog, Langeooch, dem immer noch in englischen Händen befindlichen Helgoland.

Die beliebtesten Ostseebäder sind in Schleswig-Holstein: Düsternbrook, Borby, Glücksburg, Gravenstein, Apenrade; in Mecklenburg: Warnemünde, Doberan, Boltenhagen; in Pommern: Heringsdorf, Ahlbeck, Swinemünde, Misdroy, Divenow, Colberg; auf der Insel Rügen: Lauterbach, Putbus, Binz, Sassnitz.

Sommer- und Wintercurorte in der Schweiz. Reimer unterscheidet mit Rücksicht auf meteorologische Unterschiede und Pflanzenwachsthum 3 Regionen: eine Hügelregion zwischen 250 bis 800 M. über dem Meer gelegen, die ebene Schweiz, ihre Seen und die Abhänge der an den Seen gelegenen Hügel umfassend und den Wallnussbaum und die Kastanie cultivirend; eine Bergregion, welche die Höhen von 800—1400 M. (etwa vom Uetliberg bis Churwalden oder Rigiklösterli) umfasst, mit Laub- und Nadelwäldern und stärker wirkendem Klima, als die viel stärker bewaldeten deutschen Mittelgebirge; eine Alpenregion, deren bewohnte Plätze sich von 1400—1800 M. erstrecken und nur noch spärliches und verkrüppeltes Nadelholz darbieten.

Eine wesentliche Unterstützung finden die vielen herrlichen Gegenden der Schweiz durch den Unternehmungsgeist seiner Bewohner in Gründung und Erhaltung guter Wohnungen und Gasthäuser.

Im Kanton Appenzell, dem Mutterland der Molkencuren, sind zwar sehr alte und berühmte, aber im Ganzen wenig empfehlenswerthe Curorte. Heiden (800 M.) hat heisse, staubige

Strassen, weit und breit wenig oder keinen Schatten, allerdings aber herrlichen Blick auf den Bodensee und den Bregrenzer Wald; auch Geis und Appenzell ist schattenlos. Weisbad und Heinrichsbad sind schattiger, aber auch sehr feucht.

Wallensee mit majestätisch schöner und still abgeschlossener Lage, mit den Curorten Wallenstadt, Obstalden, Vorauen, wegen seiner Lieblichkeit ein Lieblingsaufenthalt der Maler, Richisau und Stachelberg mit herrlichen Fernsichten auf das Hochgebirge, namentlich auf den Tödi.

Züricher See, 400 M, 8 Stunden lang, lieblich, aber wenig schattig und im Ganzen von Ausländern wenig zu einem Sommeraufenthalt benutzbar. Zürich selbst ist sehr ungesund. Der in der Nähe befindliche Uetli (780 M.), der höchste Punkt des Albis, hat zwar reizende Fernsicht, ist aber sehr windig und durch die massenhaften Touristenbesuche sehr unruhig.

Zuger See (400 M.), von überaus stiller und ruhiger Lage, hat auf seinen umgebenden Höhen 5—6 gute Pensionshäuser; am besuchtesten ist Schönbrunn (680 M.), mit Wasserheilanstalt und Zugerberg (940 M.) mit sehr empfehlenswerthen Curhäusern und Nadelwaldungen in der Nähe.

Vierwaldstätter See (437 M.), einer der schönsten Seen der Welt, mit dem Rigi und einer Unmasse prächtiger Curorte und Sommerfrischen. Das nach dem Süden schauende Ufer kann wegen seiner hohen Temperatur als Frühjahrsstation von Kranken benützt werden und wird im Sommer sehr heiss. Durch die vielen Dampfboote können namentlich schwer bewegliche Kranke in bequemster Weise passive Luftfahrten machen. Leider bietet das Wasser ausserordentliche Temperaturdifferenzen dar, so dass man nur mit Vorsicht baden darf. An den in seinen Spiegel schauenden Bergen findet man dort ringsum viele Höhencurorte zwischen 1000 bis 2000 M. Höhe. Folgendes sind die Curstationen: Meggen, wegen zu warmen Klimas vorzugsweise nur zu Frühjahrs- und Herbstcuren zu empfehlen; ebenso Hertenstein mit seiner lieblichsten Lage und schönem Park; desgleichen Wäggis und Viznau, der wärmste Ort am See und Endstation der Rigibahn. Mehr dem Föhn ausgesetzt sind Gersau und das etwas höher gelegene Morschach und das vorzügliche Hôtel Axenstein mit schattigem Park und prächtigstem Blick über den See. An den kühleren gen Norden schauenden Ufern liegen der reizende Seelisberg mit dem waldumgebenen Curhaus Sonnenberg, das ruhige windgeschützte Beckenried, die schattenlosen Wasserheilanstalten Schöneck, Buochs, eine Pension auf dem Bürgenstock, Engelberg u. s. w.

Der zwischen dem Zuger und Vierwaldstätter See sich hinziehende Rigi mit seinen vielen grossartigen Pensionen ist mehr

für Touristen des grossartigsten Alpenpanoramas wegen, nicht für Kranke passend; nur Rigikaltbad hat eine sehr passende Lage, ist aber ungemein theuer und mehr zum Mode- und Luxusbad geworden; Rigi-Klösterli, ein billigerer und auch zweckmässigerer Höhencurort, ist zwischen 2 Bergzügen eingeschlossen und hat eine ungemein langweilige und täglich nur kurz die Sonne geniessende Lage.

Brienzer und Thuner See. 1/4 Stunde bergauf von ersterem See, 720 M. über dem Meere, am Giessbach, d. i. 7 übereinanderliegenden durch waldbewachsene Felsen 900 Fuss hoch herabstürzenden Wasserfällen liegt das Giessbachhôtel in windgeschützter luftfeuchter Lage, eines der besten Schweizer Hôtels. Interlaken (568 M.), warm und doch nie schwül, in paradiesisch schöner Lage zwischen beiden Seen, ist einer der besten Luftcurorte der Welt. Beatenberg (1150 M.) mit frischer Bergluft und reicher Bewaldung.

Prättigau ist ein 11 Stunden langes, anmuthiges, obst- und wiesenreiches Graubündner Thal, das sich vom Dorfe Grüsch (644 M.) bis Klosters (1205 M.) hinaufzieht und in verschiedener Hochlage Luftcurorte besitzt, welche als Vorstufen für Davos benützt werden können. Es sind dies z. B. Seewis (901 M.), Klosters Platz (1205 M.), von milder Lage und als Winteraufenthalt für Brustkranke wie Davos benützt.

Davos selbst ist ein 1550 M. über dem Meere gelegenes Hochalpenthal mit 2 kleinen Dörfern: Davos Dörfli und Davos am Platz, der berühmteste Höhencurort für Lungenkranke, mit Brehmer's Curmethode, aber nur für Winter-, nicht für Sommeraufenthalt zu empfehlen.

Engadin, d. i. das vom Malojapasse bis nach Martinsbruck reichende obere Innthal. In Folge der häufigen südlichen Winde reicht der Pflanzenwuchs und der Feldbau viel weiter in die Berge hinauf, wie in anderen Gebirgslagen. Viele Temperatursprünge, sehr trockene Luft. Die klimatischen Sommercurorte dieses Thales gehören zu den besten in der Welt; viele Mineralquellen: Tarasp mit Glaubersalzquellen, St. Moritz und Silvaplana mit Stahlwasser.

Am Genfer See ist die ganze Strecke von Lausanne bis Genf der unausgesetzten heftigen kalten Nordostwinde wegen als Winteraufenthalt unbrauchbar. Dagegen ist die ganze Strecke von Vevey bis Chillon um so vorzüglicher geeignet; der wärmste Theil dieses Theils erstreckt sich von Clarens bis Veytaux. Der wegen seines vortrefflichen Klimas, der guten comfortablen Einrichtungen, der Solidität und Billigkeit mit Recht beliebteste Aufenthaltsort einer grossen Menge von Kranken im Herbst, Winter und Frühjahr sind Clarens, Vernet, Montreux, Ter-

ritet und Veytaux; leider fehlt ein reicher Wechsel an Spaziergängen; man ist meist auf die Landstrassen angewiesen. Ueber Montreux höher in den dessen Rücken deckenden Bergen liegen eine Menge kühlerer Sommeraufenthalte (Glion, Les Avants).

Am Luganer See ist ein viel besuchter Curaufenthalt Lugano (275 M.) Derselbe hat nach Reimer's Zusammenstellung in den 3 Wintermonaten eine im Mittel um 3° C. wärmere Temperatur, wie das nördliche Deutschland, um ½° C. wärmere, wie Montreux, und 1° C. wärmere, wie Meran. Es ist geschützt von Nordwinden; bei Windstille der unangenehme Küchengeruch italienischer Städte. Die Feuchtigkeitsverhältnisse nähern sich denen von Montreux.

Klimatische Wintercurorte der Riviera, Mittel- und Unteritaliens. Man theilt dieselben je nach dem Wärme- und Feuchtigkeitsgrad in 3 Gruppen: a) in warme und trockene (Riviera di Ponente), b) in mässig warme feuchte (Venedig, Pisa, Rom) und c) in sehr warme, mässig feuchte (Catania, Palermo).

Bei der ersten Gruppe ist Nizza wegen seines für Kranke nicht passenden grossstädtischen Lebens, seiner ungeschützten Lage, starken Kalkstaubes u. s. w. ganz aus der Liste der Curorte zu streichen. Mentone hat zwar recht mildes Klima und in den Monaten November, December, Januar viele sonnige Tage; aber auch viele Missstände: viel Staub, kein ordentliches Trinkwasser, üble Gerüche, im Frühjahr heftige Winde u. s. w. Mehr zu empfehlen ist Bordighera, das neben grösserer Stille auch gutes Trinkwasser besitzt. San Remo und Porto Maurizio haben ziemlich dieselben Verhältnisse, wie Mentone; doch staubfreiere Spaziergänge und besseres Wasser; auch findet sich der Deutsche hier auf italienischem Boden behaglicher, wie dort auf französischem. Pegli mit ausgezeichneter Lage (prächtige Pinienwaldungen) und vorzüglichem Gasthaus.

Von der zweiten Gruppe ist Venedig wegen seines schlechten Trinkwassers, seiner üblen Gerüche, seiner vielen Winde und Nebel, Rom wegen schwer zu beschaffender Wohnungen, Staubes und grossstädtischen Lebens Kranken nicht zu empfehlen. Das feuchte und regnerische Pisa dagegen soll beruhigend, schlafmachend, secretionsanregend und daher gegen hartnäckige Katarrhe und reizbare Phthisiker günstig einwirken. Nervi hat nach Schulze eine sehr günstige Lage für einen künftigen guten Curplatz.

Von der dritten Gruppe erfreut sich Palermo einer sehr constanten, nicht zu grossen Feuchtigkeit und einer sehr constanten Temperatur; ebenso Catania; doch hat ersteres den Vorzug schönerer Umgebung und besserer Spaziergänge.

Von **transmarinen Curorten** wird von Deutschen, allerdings seltener besucht:

Alexandrien in Aegypten, ein durch seine Lage (stagnirende Wässer in der Nähe), seine vielfachen Winde und seine Winterregen für eine Luftcur ungeeigneter Platz. Cairo mit seinem heiteren Himmel und der grossen Reinheit und Trockenheit seiner aus der unmittelbar anstossenden Wüste bezogenen Luft wäre schon mehr zu empfehlen; Lungenkranke, Rheumatiker, Blutleere sollen sehr gute Heilungsergebnisse darbieten.

Algier bietet zwar ein interessantes Leben und eine durch häufigen Windwechsel reine Luft, soll aber von schwereren Kranken eben der häufigen Winde wegen nicht gut vertragen werden.

Madeira hat ein in jeder Beziehung ausgezeichnetes Klima und wäre ein Paradies für Lungenkranke.

Literatur.

Beneke, Ueb. d. Wirkung des Nordseebades Göttingen. 1855. — Biermann, A, Klimat. Curorte und ihre Indicationen. Leipzig. 1872. — Braun, J., Systematisches Lehrbuch der Balneotherapie. 2. Aufl. Berlin. 1869. — Brehmer, H., Die chronische Lungenschwindsucht und Tuberculose der Lunge, ihre Ursache und ihre Heilung. 2. Aufl. Berlin. 1869. — Zur Aetiolog. u. Therapie d. chronisch Lungenschwindsucht. Berlin. 1874. — Beiträge zur Lehre von der chron. Lungenschwindsucht. 1876. — Clark, J., Der Einfluss des Klimas auf die Verhinderung u. Heilung chron. Krankheiten, insbesondere der Brust- u. Verdauungsorgane. Aus d. Englischen. Weimar. 1830. Derselbe hatte schon 1820 vorläufige „Notes on the climate of France and Italy“ herausgegeben. — Dettweiler, Die Behandlung der Lungenschwindsucht. Berlin. 1879. — Ein antikritischer Gang. Deutsche medic. Wochenschr. 1880. No. 27—30. — Dove, H. W., Klimatologische Beiträge. I. Th. Berlin. 1857; — desgl. II. Th. Berlin. 1869. — Die Verbreitung d. Wärme auf der Oberfläche der Erde. Berlin. 1852. — Das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre. 3. Aufl. Berlin. 1866. — Ueber Eiszeit, Föhn und Scirocco. Berlin. 1867. — Der Schweizer Föhn Nachtr. z. vor. Berlin 1868. — Ebermayer, D E., Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Aschaffenburg. 1873. — Hauck, G., Die Curorte, Gesundbrunnen und Sommerfrischen Deutschlands. Berlin. 1876. — Küchenmeister, F., Geschichtliche Darstellung der Lehre von dem Nutzen des Höhenklimas, besonders für Phthisiker. Sep.-Abdr aus „Allgem. Wien. med Ztg.“ 1869. Nachtrag ibid No 19. u. 20. 1870. — Die hochgelegenen Plateaus als Sanatorien für Schwindsüchtige etc., sowie ein paar Worte über Königswart als Schwindsuchtsasyl. Separat-Abdruck aus „Oesterr Ztschr f. pract. Heilk.“ 1868. — Lossen, H, Ueber den Einfluss der Zahl und Tiefe der Athembewegungen auf die Ausscheidung der Kohlensäure in den Lungen. Zeitschr. f. Biologie. Bd. II. S. 244. 1866. — Lorenz, Jos., und Rothe, C., Lehrbuch d. Klimatologie. Wien. 1874. — Meyer-Ahrens, Die Heilquellen u. Curorte d. Schweiz. 2. Aufl. Zürich. 1867. — Michelis, A., Reiseschule. 3. Aufl. Leipzig. 1876. — Mühry, A, Allgemeine geographische

Meteorologie oder Versuch einer übersichtlichen Darstellung der Erdmeteoration in ihrer klimatischen Bedeutung. Leipzig und Heidelberg. 1860. — Klimatologische Untersuchungen oder Grundzüge der Klimatologie in ihrer Beziehung auf die Gesundheitsverhältnisse der Bevölkerungen. Ibid. 1858. — Klimatographische Uebersicht der Erde etc. Ibid. 1862. — Untersuchungen über die Theorie und das allgemeine geographische System der Winde Göttingen. 1869. — Niemeyer, Paul, Atmiatrie. Erlangen bei Enke 1872. — Reimer, H., Klimatische Sommercurorte Berlin bei Reimer. 1877. — Klimatische Wintercurorte. 2. Aufl. Ibid. 1873. — Richter, H. E., Die neueren Kenntnisse v. d. krankmachenden Schmarotzerpilzen, nebst phyto-physiologisch. Vorbegriffen. Schmidt's Jahrbücher. Bd. CXXXV. S. 81. CXL. S. 101. CXLI. S. 313. — Bericht über medicin. Meteorologie und Klimatologie. Schmidt's Jahrbücher. Bd. CXI. S. 115. CXXII. S. 225. CXXVIII. S 89. CXXXII. S. 233. CIIL. S. 57. — Rohden, L., In Braun's Lehrbuch: Balneotherapie und Klimatotherapie d. Lungenschwindsucht. 3. Aufl. — Kurze Darlegung meiner Grundsätze und Erfahrungen etc. Berlin. 1871. — Beiträge zur Lehre von der chronisch. Lungenschwindsucht. Paderborn. 1875. — Kritik der geschlossenen Heilanstalten. Deutsche medic. Wochenschrift. 1880. — Schulze, J., Die klimatischen Curorte der Riviera, Mittel- und Unteritaliens. Frankfurt a. M. bei J. D. Sauerländer. 1875. — Sigmund, C. L, Südliche klimatische Curorte mit besonderer Rücksicht auf Pisa, Nizza und der Riviera, Venedig, Meran und Gries. 2. Aufl. Wien. 1859. — Süss, Ueber den Staub Wiens. „Schriften d. Vereins z. Verbreitung naturw. Kenntnisse." S. 265. Jahrg. IV. 1863 — Thilenius, G, Helfft's Handb. d. Balneotherapie. 8. Aufl. Berlin. 1874. — Tyndall, Der Staub. Naturforscher v. 11. März 1870. — On dust and smoke. Proceedings of the royal institution of Great Britain. June 9. 1881. (Auch im „Naturforscher". Jahrg III. S 86. 1871.) — Die Wärme, betrachtet als eine Art der Bewegung. Deutsch von Helmholtz u. Wiedemann. 2. Aufl. Braunschweig. 1871. — Unger, Mikroskop Untersuchung d. atmosph. Staubes von Graz. Mit 5 Taf. Abb. Sitz.-Ber d. k. k. Acad. S. 230. Jahrg. 1849. (Mathem.-naturw. Classe.) — Vivenot, R. v., Palermo und seine Bedeutung als klimatischer Curort etc. Erlangen. 1860. — Beiträge zur Kenntniss der klimatischen Evaporationskraft und deren Beziehungen zu Temperatur. Feuchtigkeit etc. Erlangen. 1866. — Wernick. Fr, Sommerfrischen. Danzig. 1875. — Ziegler, Ueber Tuberculose und Schwindsucht. (Sammlung klinischer Vorträge. No. 151.)

Kälte und Wärme.

Kaltes und warmes Wasser. Kalte Luft.

Hydrotherapie.

Die Verwendung der Kälte und Wärme in der Therapie geschieht meist mittelst verschieden temperirten Wassers, seltener mit verschieden temperirter Luft. Deshalb ist eine gemeinsame Betrachtung der Temperatur- und Wasserwirkungen zweckmässig, obwohl das Wasser auch noch andere als Temperatur-Wirkungen entfaltet.

Die Lehre von den vorzugsweise auf physikalischen Eigenschaften des reinen Wassers, also auf seiner Temperatur beruhenden physiologischen Wirkungen und sämmtlichen therapeutischen Anwendungen fassen wir zusammen unter dem Namen „Hydrotherapie".

Was wir von den Wirkungen des gewöhnlichen reinen Wassers sagen werden, kommt natürlich auch für die sogenannten Mineralwässer, d. h. für die stärker salzhaltigen Wässer in Betracht; letztere haben neben den wichtigen physikalischen allerdings auch chemische Eigenschaften. Die Wirkungen der chemischen Bestandtheile wurden bis in die Gegenwart überschätzt und fasst nur allein ins Auge gefasst. Die Neubelebung der Balneotherapie in unseren Tagen durch Gustav Hauck, Julius Braun, Benecke, Röhrig, Runge, Valentiner u. A. hat auch hier der richtigeren Ansicht Bahn gebrochen, und bei aller Berücksichtigung der Salzwirkung auf Stoffwechsel u. s. w. auch bei den Mineralwässern das Hauptgewicht auf die physikalische Eigenschaft des Wassers gelegt, namentlich seitdem feststeht, dass aus wässrigen Lösungen, z. B. Bädern, eine Resorption von nicht flüchtigen Substanzen, also von Salzen durch die Haut nicht stattfindet; sowie dass Heilungen derselben Krankheiten durch chemisch verschiedenartigst zusammengesetzte Mineralwässer erfolgen kann.

Die Lehre von den physiologischen Wirkungen des reinen Wassers ist noch sehr jung. Zwar wird von Aerzten aller Zeiten

die Anwendung des Wassers bei acuten und chronischen Krankheiten empfohlen; aber nur sporadisch und nie so, dass diese Empfehlungen allgemeine Anerkennung gefunden hätten. Auch liessen die Methoden der physiologischen Prüfung viel zu wünschen übrig. So kam es, dass trotz grosser Verdienste einzelner Aerzte um die wissenschaftlichen Fortschritte in dieser Disciplin (namentlich H. von der Heyden's 1640, Floyer's 1697, Friedrich Hoffmann's 1712, Smith's 1720, J. S. Hahn's 1770, James Currie's 1798, Horn's 1830, S. Hallmann's 1844, welche zum Theil die Behandlung fieberhafter Krankheiten z. B. des Typhus mit kaltem Wasser schon damals energisch durchgeführt und empfohlen hatten), dass trotz dieser Arbeiten und wahrscheinlich in Folge der Uebertreibung durch fanatische Wasserapostel, sowie in Folge des thörigten Hochmuthes der receptschreibenden lateinischen Aerzte die Behandlung von Krankheiten mit Wasser meistens nur als eine Verranntheit betrachtet, ja sogar verfolgt wurde. Es gelangte zwar durch den Bauern Vincenz Priessnitz aus Gräfenberg in Oesterreich-Schlesien von 1830 an die Hydrotherapie ganz plötzlich zu grossem Ansehen. Priessnitz dehnte von ersten Curversuchen an Thieren und der Behandlung selbsterlittener Wunden die Heilwirkung des Wassers allmälig auf alle Krankheiten aus und behandelte jährlich viele Tausende aus allen Welttheilen zuströmende Kranke mit Wasser in allen möglichen von ihm neu erdachten Badeformen in Verbindung mit Wassertrinken, einer eigenen Diät und starker Muskelarbeit. Es bildeten sich allerorts sogenannte Wasservereine; Aerzte, z. B. Johnson, Fleury, C. A. W. Richter, Preiss, suchten der in der That eine Masse von Heilungen bewirkenden Priessnitz'schen Behandlungsmethode eine wissenschaftliche Grundlage zu geben, da Priessnitz selbst noch ganz in humeral-pathologischen Anschauungen von im Blute befindlichen Krankheitsstoffen und deren Eliminirung durch das Wasser, durch das Schwitzen befangen war. Aber die allmälig immer mehr zu Tage tretende Schädigung vieler Kranken durch die von Priessnitz begangenen Ueberschreitungen, täglich nicht ein, sondern viele und verschiedene Bäder durchmachen und unmässig viel kaltes Wasser trinken zu lassen; die sich immer mehr ansammelnde Erfahrung, dass auch das Wasser so wenig wie ein anderes Mittel alle Krankheiten zu heilen im Stande sei: rief auch hiegegen wieder eine Reaction (Petri) und selbst Ernüchterung in den Laienkreisen hervor. Zugleich zeigte sich, wie überall, so auch hier die Unmöglichkeit, auf dem Wege der Deduction und nur durch Nachdenken alle Wirkungen und Anwendungen des Wassers zu erfinden und wissenschaftlich zu begründen. Die häufigen Versuche, der rohen hydrotherapeutischen Empirie ein mit dem Wechsel der Systeme immer neugewendetes Mäntelchen mit aufgeflickten Hypothesen umzuhängen, gewährte dem nüchternen wissenschaftlich gebildeten Zuschauer schliesslich nur einen traurigen Anblick.

Eine wissenschaftliche Behandlung der Hydrotherapie und ihre Einführung auch in die medicinische Klinik beginnt sonach eigentlich erst in den sechziger Jahren durch die Arbeiten von Brand, Bartels, Jürgensen, Liebermeister, Hagenbach, Röhrig, Zuntz, Senator, Winternitz u. A. über die hydriatische Behandlung fieberhafter Krankheiten. Der Hauptvortheil der neuen Richtung ist, dass sie sich zunächst auf ein kleines überseh- und messbares Gebiet beschränkte: auf die Einwirkung kalter Bäder auf die Körpertemperatur und den Stoffwechsel, und die Behandlung fieberhafter Krankheiten mittelst Kälte. Jeder neue wirkliche Forscher suchte auch nur wieder kleine Fragen zu lösen, und so ist man auf dem besten Wege, mittelst der langsameren Induction viel rascher und sicherer das Gesammtgebiet zu beherrschen, als in der stürmischen, gleich das Ganze umfassen wollenden Weise der Aelteren. Dass dazwischen auch in der neuesten Zeit immer noch und immer wieder phantastische und pseudophysiologische Betrachtungsweisen auftauchten, versteht sich von selbst; dieselben werden um so schneller vergessen werden und verschwinden, je weniger man sie beobachtet. In vorliegender Bearbeitung hat man es daher für besser gefunden, dergleichen auch nicht einmal einer Widerlegung werth zu halten.

Physiologische Wirkungen der Kälte und Wärme.

Wir betrachten zuerst die Wirkungen, welche Wasser, abgesehen von seiner Temperatur; sodann, welche verschieden temperirtes Wasser durch seine Temperatur von der Haut aus hervorruft, und erst zuletzt die Wirkungen des innerlich angewendeten und in verschiedene Körperhöhlen gebrachten Wassers. Wir vermeiden hierbei mit Absicht jeden Seitenblick auf therapeutische Nutzanwendung, jede hypothetische Betrachtungsweise und geben nur die auf ganz exactem Wege erhaltenen Forschungsergebnisse.

Wir verbinden gleichzeitig auch mit der Betrachtung der physiologischen Wirkungen verschieden temperirten Wassers die verschieden temperirter Luft, denn es bleibt sich für den Organismus nicht, wie man glauben sollte, gleich, ob ein bestimmter Temperaturgrad durch das Medium des Wassers oder der Luft auf ihn einwirkt. Da die Luft eine viel geringere Wärmecapacität und ein viel geringeres Wärmeleitungsvermögen besitzt, als Wasser, so werden alle Lufttemperaturen und deren Schwankungen vom Körper viel besser und länger ertragen. Während der gesunde nackte Mensch sich in einer Luft von 25° C. ganz behaglich und warm befindet, empfindet er ein Bad von 25° C. schon als ein kaltes und reagirt auf dasselbe bei einigem Verweilen mit Frost. Erst in einem Wasserbade von 32—37° C. befindet sich der Körper in einem ähnlich behaglichen Zustande, wie in einer Luft von 25° C.

— Umgekehrt wird ein Wasserbad von 37° C. viel heisser, erhitzender und erregender gefunden, als Luft von derselben und noch viel höheren Temperatur, weil in ersterem sowohl die Wärme dem Körper rascher zugeleitet wird, als in letzterer, und eine Schweissbildung nicht möglich ist, die in der Luft stets eintritt und durch Verdunstung kühlend wirkt. Es leuchtet aus dem Gesagten ein, dass ceteris paribus die Wasserbäder eine intensivere Wirkung entfalten, als die Luftbäder.

I. Die physiologischen Wirkungen des Wassers auf den gesammten Organismus bei seiner Application auf die allgemeine Körperdecke.

Die Wirkungen des Wassers bei seiner Anwendung von der Haut aus sind verschieden je nach der Temperatur und je nach der Zeitlänge der Anwendung. Wir unterscheiden demnach zweckmässig zuerst die Wirkungen der kurzdauernden Anwendung von starker Kälte oder hoher Wärme, also von Temperaturen, welche von der des Körpers weit nach unten und oben abstehen; sodann die Wirkungen langdauernder Anwendung von starker Kälte und Hitze und endlich die Wirkungen von mittleren der Körperwärme nahe stehenden Temperaturen.

Physiologische Wirkungen auf die Haut.

Wird Wasser von der Haut aus resorbirt? Während die Durchgängigkeit der Epidermis und der Haut für Gase und flüchtige Substanzen, sowie für in Wasserdampf gelöste Stoffe (Röhrig) über jeden Zweifel gestellt ist, wird Wasser, Weingeist nach der weitaus grösseren Mehrzahl exacter Versuchsansteller (vgl. Röhrig, Fleischer) von der sowohl trockenen, mit Seife gereinigten, als von schwitzenden oder nassen Haut aus nicht in die Körpersäfte aufgenommen; noch weniger die in Wasser gelösten Salze Auch in dieser Richtung erscheint die Haut wieder als ein Schutzorgan und sie erfüllt diese schützende Aufgabe einfach in der Weise, dass sie eben gar keine wässerigen Lösungen resorbirt; nur gegen flüchtige und ätzende Stoffe ist sie ohnmächtig. Es kann deshalb auch ein Durchgang gasförmigen Wassers durch die unverletzte Haut nicht geleugnet werden; nur müsste der Wasserdampf allerdings eine höhere Spannung haben, als der abgesonderte Hautdunst, um die Bildung des letzteren hindern und den centrifugalen Strom überwinden zu können: Bedingungen, die sich im gewöhnlichen Leben nie, nur im Dampfbad finden, aber durch die in letzterem stark vermehrte Schweissbildung auch wieder eine bedeutende Abschwächung erfahren (Röhrig). Auch in Wasser gelöste Gase und flüchtige Stoffe können durch die Haut hindurch ins Blut gelangen.

Es kann nicht Wunder nehmen, dass dieses Ergebniss der Nichtresorbirbarkeit des Wassers und der in Wasser gelösten Stoffe bei Bädern durch die Haut im Anfang nur schwer Glauben finden wollte und noch jetzt von manchen Aerzten angezweifelt oder wenigstens als noch unsicher hinzustellen gesucht wird, nachdem Jahrhunderte lang das Entgegengesetzte angenommen, danach gehandelt worden, und die alte Theorie und Therapie mit der Ueberführung wässeriger Arznei- und Minerallösungen durch die Haut so überaus bequem war. Jedoch dürften sich, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, die Badeärzte trösten: Was ihre Wässer an chemischer Wirkung eingebüsst, haben sie in physikalischer weitaus gewonnen, und ihre Bäder müssen trotz des Wechsels der Theorie noch gerade so wirksam sein, wie früher.

Reinigende Wirkung des Wassers. Häufige Waschungen oder Wasserbäder haben jedoch trotz allem, auch abgesehen von den physikalischen Wirkungen, auf gewisse Vorgänge im Innern des Körpers einen indirecten Einfluss, insofern sie die Haut von Schmutz und Fett und Epidermisschuppen, dadurch die Oeffnungen der Schweiss- und Talgdrüsen von oft recht hart gewordenen verstopfenden Schichten befreien, die Hautathmung ganz wesentlich steigern, das Blut also rascher von einer Menge von Auswurfstoffen reinigen helfen und das Allgemeingefühl durch diese äusserlich und innerlich reinigende Wirkung ausserordentlich bessern. Winternitz theilt Fälle mit, wonach bei einer durch viele Bäder stark gesteigerten Hautperspiration eine rasche Unterdrückung der letzteren Athembeschwerden, ja sogar ausgesprochene Dyspnoe hervorrief. Wie sich die Hautathmung im Bade selbst verhält, ist noch nicht Gegenstand eingehenderer Untersuchung gewesen.

1) Kurzdauernde Anwendung von starker Kälte und hoher Wärme.

Reizwirkungen auf die Haut. Alle starken Kälte- und Hitzegrade wirken zunächst auf die Haut als Reizmittel, rufen je nach dem Grade der Temperatur natürlich in verschiedener Heftigkeit leichten Schmerz und Hautröthung oder unerträglichen Schmerz, heftige Entzündung, ja Zerstörung der getroffenen Theile hervor.

Die Haut hat ein sehr feines Temperaturgefühl, localisirt sowohl Temperatureinwirkungen sehr scharf, als sie auch die Temperaturgrade sehr gut von einander unterscheiden kann; allerdings ist die Temperaturbestimmung der Haut nur eine relative und hängt von der eigenen Temperatur derselben ab; eine kalte Hand kann einen Temperaturgrad als warm empfinden, der für eine warme Hand kalt erscheint.

Ein sehr kurz dauerndes flüchtiges Ueberfahren der Haut mit einem sehr kalten oder heissen Gegenstand, ebenso schnell wechselnde Temperaturen machen die Nerven reizempfänglicher und

erregbarer, erhöhen z. B. die Tastempfindlichkeit der getroffenen Hautstelle oft sehr stark. Wenn man bei einem Menschen ein glattes Eisstückchen flüchtig über die Haut des Vorderarmes und des Handrückens hinführt, hat man unmittelbar nachher von 2 Nadelköpfchen schon bei 10 Mm. Abstand eine Doppelempfindung, während man vorher eine solche erst bei 15 Mm. Abstand hatte (Winternitz).

Die von Kälte ein klein wenig länger beeinflusste Haut erblasst, sinkt ein, runzelt sich und zeigt eine Reihe kleiner Erhebungen (Gänsehaut), indem sich alle glatten Haut- und Hautgefässmuskeln, damit auch die Haut-, Blut- und Lymphgefässe bis zum vollständigen Verschluss zusammenziehen und in dieser Weise das Blut, die Lymphe ganz aus der Haut hinausdrängen. In Folge dessen sinkt die Temperatur, die Wärmeabgabe, der Stoffwechsel, die Wasserausathmung der betreffenden Theile, und dieselben können sich ganz wie todte verhalten. Diese Wirkung ist, wie aus Thierversuchen erhellt, nur eine örtliche, auf die Hautgefässe und -muskeln gerichtete und tritt auch ein, wenn die centripetalen Nervenstämme durchschnitten sind (Sartorius, Winternitz). Entsprechend der Natur der organischen glatten Muskeln hört übrigens deren Contraction nicht auf, sobald die Kälteeinwirkung aufhört, sondern überdauert letztere einige Minuten, ja bei manchen Individuen stundenlang, um allerdings von einer starken Erschlaffung gefolgt zu werden. Die Blutleere weicht sodann einer heftigen Blutzuströmung; die vorher blasse Stelle wird stark geröthet und mit Blut überfüllt.

Bei Einwirkung starker Hitze sind die örtlichen Erscheinungen ganz entgegengesetzte, wie bei der Kälte. Alle Gefässe der betreffenden Hautstelle erweitern sich nach einer höchstens momentanen Verengerung; die Haut wird blutroth; je nach dem Hitzegrade kommt es zu mehr oder weniger starken Schweissbildungen, Entzündungserscheinungen und Exsudationen.

Allgemeine reflectorische Wirkungen thermischer Hautreize.

Nicht blos am Ort der Einwirkung, sondern auch am ganzen Körper ruft plötzliche Kälte- und Hitzeeinwirkung starke Reizerscheinungen hervor, und zwar um so heftiger, je grösser der Abstand von der Temperatur des betreffenden Körpers ist und je ausgedehntere Körperstellen betroffen werden. Auch je nach dem Ort der Einwirkung findet ein Unterschied in den Folgeerscheinungen statt; so z. B. wirkt Kälte von dem Nacken aus besonders heftig auf die Athmung; starke Kältewirkung auf die Füsse oder Fusssohlen, nicht aber die auf die Hände ruft Verengerung der Kopfgefässe hervor (Winternitz). So sollen kalte Umschläge auf die Halswirbelsäule verengernd, warme erweiternd auf die Pupille wirken; Kälteapplication auf die Lendenwirbelsäule und

längs der inneren Schenkelfläche contractionserregend auf die Gebärmutter einwirken.

Folgendes sind die schon bei oberflächlicher Betrachtung in die Augen fallenden reflectorischen Reizerscheinungen:

Fallen des ganzen Körpers in kaltes Wasser oder Uebergiessen desselben mit solchem, der erste Augenblick des Einsteigens in ein kaltes Bad bewirken ein heftiges Kälte- und Schreckgefühl; unwillkürlich entsteht eine starke Contraction der Stamm- und Extremitätenmuskeln; die Athmung wird zuerst angehalten und es kommen nur seltene, aber sehr tiefe Athemzüge zu Stande. Die Reizung der sensiblen Hautnerven ist so stark, dass sogar Bewusstlose und Ohnmächtige durch dieselbe wieder zu sich gebracht werden können. Es werden nicht blos heftige Empfindungen verursacht, sondern der zum Centrum geleitete Reiz springt auch auf die motorischen Bahnen über und bedingt Zusammenziehungs- und Bewegungserscheinungen am ganzen Körper. Bei plötzlichen Verbrennungen an den Fingern bemerkte ich an mir selbst eigenthümliche reflectorische Sensationen an andern Körpertheilen z. B. dem Kopf, die sich wahrscheinlich auf plötzliche Aenderung der Blutfülle, reflectorische Zusammenziehung der Gefässe (genau wie bei plötzlicher Kälte) beziehen lassen, jedoch einen etwas anderen Charakter hatten.

Reflectorische Wirkung kurzdauernder thermischer Reize auf Athmung und Kreislauf.

Besonders wichtig ist der Einfluss kurzdauernder thermischer Hautreize auf die Verhältnisse des Kreislaufs und der Athmung, welche wir deshalb genauer betrachten wollen. Es existiren über die kalten Hautreize viel eingehendere Untersuchungen, wie über die heissen.

Einfluss der Individualität bei der Reaction auf Temperaturreize. Die Einwirkung der Kältereize auf das Gefässsystem ist verschieden, je nachdem ein Mensch abgehärtet ist oder nicht, d. h. je nachdem er sich an plötzliche kurze Kälteeinwirkung auf die Körperhaut gewöhnt hat. Der abgehärtete Mensch, dessen Haut schon im gewöhnlichen Zustande blutreicher ist, behält die durch Kälte gesetzte Hautanämie nur kurze Zeit; die Haut wird rasch roth, es läuft ein angenehmes Hitzegefühl über den ganzen Körper und es wird die Kälteeinwirkung nicht als Unbehaglichkeit empfunden. Bei dem Verweichligten dagegen wird die Kälte als Schmerz empfunden; es tritt starkes Kältezittern ein; die Haut bleibt lange blutleer und die Reaction (secundäre Hyperämie) stellt sich nur schwer oder nur auf starke Körperbewegungen, Frottiren ein. Ebenso gut wie den ganzen Körper kann man auch nur einzelne Körpertheile abhärten. Es ist bekannt, wie sonst Verweichligte die Kälte am Gesicht und den Händen weniger unangenehm empfinden.

Einwirkung auf die Blutgefässe. Durch jede plötzliche oder kurz dauernde Kälteanwendung verengern sich nicht nur die unmittelbar getroffenen oberflächlichen, sondern auch auf dem Wege des Reflexes die tiefer und weiter abgelegenen Gefässstämme. Die Verengerung der letzteren ist natürlich nicht so hochgradig, wie bei den unmittelbar getroffenen Gefässen, entsprechend der geringeren Reizstärke; dafür aber auch länger dauernd und nicht so schnell in das Gegentheil (Erweiterung) umschlagend, wie bei jenen. Man kann daher durch öftere Wiederholung solcher kurzen Hautkältereize die entfernteren und tieferen Gefässe in einer fortwährenden stärkeren Spannung und Zusammenziehung erhalten; wenn sie nach längerer Entfernung des Kältereizes ihr normales mittleres Lumen einnehmen wollen, wirkt neue Kälteanwendung immer wieder als frischer Contractionsreiz.

Nur die allerstärksten Kälte- oder Hitzegrade können auch auf weitere Entfernungen hin tödtend, lähmend, also erweiternd auf grössere Gefässstämme einwirken; diese sind aber kein Betrachtungsgegenstand der Hydrotherapie.

Man hat es demnach durch öfter wiederholte kurze Kälteeinwirkungen in der Hand, z. B. an den Extremitäten, am Kopfe vom Hals aus durch lang fortdauernde stärkere Zusammenziehung der zuführenden Arterienstämme die Blutzufuhr nach der Peripherie zu beschränken, daselbst die Temperatur zu erniedrigen, die Ernährung, überhaupt die organische Leistung der betreffenden Theile, also auch eine pathologisch erhöhte Blutzufuhr herabzusetzen (Winternitz). Es werden aber durch kurze Kältereize keineswegs alle Arterien, sondern immer nur ein Theil derselben verengt, und zwar sollen gewisse feste Beziehungen zwischen verschiedenen Körpergegenden existiren. So verengern sich die Nasen- und Meningealgefässe sehr rasch bei kalten Sitzbädern und bringen in Folge dessen oft Nasenbluten und Kopfgestion zum Schwinden. So ziehen sich die Lungengefässe rasch zusammen und hören Lungenblutungen auf, wenn man die Vorderarme in kaltes Wasser taucht, aber nicht, wenn man statt dessen kalte Fussbäder nimmt. So werden Zahnschmerzen durch kalte Fussbäder, aber nicht durch andere Badeformen gelindert (Runge). So contrahiren sich bei Eisumschlägen auf den Bauch von Katzen die Blutgefässe des Keklkopfs und der Luftröhre aufs äusserste (Rossbach und Aschenbrandt).

Bei einem andern Theil der Gefässbahnen tritt aber eine compensatorische Erweiterung, eine sogen. Collateralhyperämie oder Rückstauungscongestion (Liebermeister, Winternitz) ein; z. B. bei plötzlicher Anwendung der Kälte auf die Haut werden verschiedene innere Organe (Gehirn, Lunge, Unterleibsorgane), bei Verengerung der Extremitätenarterien werden central gelegene Theile von einem mächtigen Blutstrome überfluthet. Die betreffenden Theile werden heisser, röther und dadurch wohl auch in ihrer

Lebensenergie gesteigert. Man hat hierfür schon mehrere Beweise: Sogleich nach dem Setzen in kaltes Wasser steigt die Temperatur der Achselhöhle und die Volumcurve des rechten Arms; ebenso bei plötzlicher Abkühlung des Vorderarms, wobei (in letzterem Falle) die Hohlhandtemperatur sinkt. Dass sich bei kurzer Kälteeinwirkung auf die Haut öfters die Lungengefässe erweitern, beweisen die (von mir) im kalten Bade beobachteten Hämoptoën. Col. Müller hat gezeigt, dass auf ein kaltes Bad sehr rasch die Urinausscheidung wächst. Auch spricht für eine Erweiterung der Nierengefässe das nach kalten Bädern sehr häufig auftretende vorübergehende Eiweissharnen. Auch die in kalten Bädern häufig genug beobachteten heftigen Kopfschmerzen und apoplectischen Todesfälle deuten auf die Gehirngefässe treffende Collateralhyperämien. Noch mehr zeigen dies die Beobachtungen Schüller's, dass bei Thieren, denen man kalte Ueberschläge auf Bauch oder Rücken oder kalte Vollbäder macht, sich die Pia-Arterien und -Venen fast ausnahmslos sofort erweitern. Da, wie Nothnagel gezeigt, Reizung sensibler Nerven die Gefässe der Pia reflectorisch verengt, kann jene Erweiterung derselben nach kalten Umschlägen nicht auf reflectorischen Vorgängen beruhen.

Ueber die reflectorischen Wirkungen kurz dauernder Hitze auf die Gefässe existiren nur Beobachtungen von Schüller und Winternitz. Nach ersterem war bei seinen Versuchsthieren die reflectorische Wirkung der Wärme der der Kälte entgegengesetzt. Warme Umschläge auf Bauch und Rücken führten zu einer ganz bedeutenden reflectorischen Verengerung der Piagefässe und zu Beschleunigung des Pulses. Bei allmäligem Abkühlen trat Erweiterung derselben ein, wie bei gleich von Anbeginn kalten Umschlägen. Sehr heisse Umschläge bewirkten wie die warmen eine Erweiterung der Piagefässe, aber Verlangsamung des Pulses. Winternitz beobachtete bei einem Manne, den er schnell in ein 43^0 C. warmes Wasser setzte, zuerst eine Zu-, dann eine Abnahme des aufgezeichneten Armvolumens und bezieht dies darauf, dass durch den plötzlichen Wärmereiz die Blutgefässe der eingetauchten Körpertheile zuerst eine Verengerung (daher die compensatorische Erweiterung der Armadern) und sodann in Folge des erschlaffenden Einflusses der Wärme eine Gefässerweiterung (daher die compensatorische Abnahme der Blutfüllung im Arme) erfahren hätte.

Der Blutdruck ist dem Vorausgesagten entsprechend in verschiedenen Gefässprovinzen von verschiedener Höhe; in den von (durch die Kälte) verengten Arterienstämmen versorgten niedriger, in den durch Rückstauung congestionirten höher.

Im Ganzen aber scheint die Compensation der Gefässverengerung auf der einen, durch die Gefässerweiterung auf der anderen Seite oft eine so vorzügliche zu sein, dass der Gesammtblutdruck nicht verändert wird. Wenigstens sah Horvath bei Thieren, denen er die ganze Körperoberfläche mit Schnee bedeckte und hierdurch

sämmtliche Hautgefässe zur Zusammenziehung brachte, oft keine Spur von Drucksteigerung in den grossen Gefässstämmen eintreten.

Auf die Herzthätigkeit wirkt bei Kaninchen ein kurzer Hautkältereiz (Abkühlung der Ohren mit Eis) zuerst beschleunigend (um 12—18 Schläge) und nach kurzer Zeit schwach verlangsamend; ebenso wirkt ein kurzer Hitzereiz (70—80° C.), nur dass auf letzteren der secundäre Pulsabfall viel stärker ist, als nach der Kälteeinwirkung (nach Verlauf einer Stunde um 70 Schläge weniger als in der Norm); auch kann sich nach letzteren das Herz nur sehr allmälig wieder erholen. Mit der vermehrten Frequenz fällt immer verstärkte Kraft der Herzpulse zusammen. Wahrscheinlich handelt es sich bei der ganzen Herzwirkung nur um reflectorische Beeinflussung der accelerirenden und hemmenden Herznervenfasern (Röhrig). Bei Menschen beobachtete Winternitz unmittelbar auf die Einwirkung niedriger Temperaturen ebenfalls zuerst Beschleunigung und sodann Abnahme der Pulszahl, allerdings mit weiten individuellen Schwankungen. Dagegen sah er bei Auflegen eines mit heissem Wasser gefüllten Schlauches auf die Nacken- und Brustwirbelsäule eine unmittelbar folgende Verlangsamung derselben. Die Steigerung der Pulszahl ist um so stärker, je langsamer letztere vor der Kälteeinwirkung war. Der durch Fieber, Innervationsstörungen beschleunigte Puls wird durch Kältereiz nicht nur nicht weiter beschleunigt, sondern sogar sehr rasch verlangsamt.

Die Athmungsorgane reagiren (Schiff, F. Falck, Röhrig) auf plötzlichen (viel weniger auf allmälig steigenden) Kältereiz, sowohl, wenn dieser auf kleinere, als auch auf grössere Körpergegenden sich ausbreitet, unter lebhaftem Beklemmungsgefühle zuerst mit einer krampfhaften tiefen Einathmung, sodann einer längeren Athmungspause, auf welche endlich die Athemzüge sich wieder beschleunigt und vertieft erweisen. Auf heisse Hautreize (62° C.) dagegen sollen die Athmungen sogleich frequenter werden (Winternitz).

Wenn Schüller Thieren kalte Umschläge auf den Bauch oder Rücken machte, wurden die Athemzüge tiefer und langsamer, bei warmen Umschlägen schneller und oberflächlicher.

Von gewissen Hautpartien z. B. der Brust, dem Nacken aus treten diese Wirkungen heftiger auf, wie von anderen Körperstellen. Wir haben es demnach mit einer von Empfindungsnerven ausgehenden reflectorischen Beeinflussung des Athemcentrums zu thun. Schiff vermochte Athemsuspension in der Exspirationsstellung sogar durch Reizung einzelner Hautnerven auszulösen. Dass die Athembeschwerden nicht blos Folge des psychischen Schrecks sein können, bewiesen F. Falck und Röhrig, welche auch an narkotisirten Thieren dieselben eintreten sahen.

Es darf hier darauf hingewiesen werden, dass die primäre tiefe Einathmung mit der gleichzeitig und plötzlich eintretenden, nach den inneren Organen gehenden Congestionswelle des Blutes

zusammenfällt und diesen letzteren Vorgang jedenfalls ungefährlicher macht, indem der inspiratorisch erweiterte Brustraum den Abfluss des Blutes aus Kopf und Unterleib erleichtert.

Körperwärme. Hinsichtlich des Einflusses äusserer Temperaturen auf die Körperwärme verweisen wir auf unsere Zusammenfassung aller hierzu gehörigen Verhältnisse (S. 112). Hier haben wir nur zu bemerken, dass bei örtlicher mässiger Abkühlung die Temperatur der benachbarten Theile steigt, bei mässiger Erwärmung dagegen fällt in Folge collateraler Hyperämie bezw. Anämie.

Zum Schluss kann nur darauf hingewiesen werden, dass alle oben angeführten Wirkungen plötzlich und kurz angewendeter Kälte und Hitze fast identisch sind mit den Wirkungen aller Hautreize, sowohl der mechanischen, wie der chemischen und electrischen, und wenn wir nicht Alles genau stimmend mit den bei letzteren beobachteten Wirkungen gefunden haben, so ist dies mit Wahrscheinlichkeit nur darauf zu beziehen, dass über die plötzlichen thermischen Hautreize weniger ausgedehnte Versuche vorliegen, als über die Wirkungen chemischer und electrischer (vgl. letztere). Man kann sich nach Winternitz vorstellen, dass bei der plötzlichen Einwirkung der von der Körpertemperatur sehr abweichenden Temperaturgrade Thermoströme (vom wärmeren zum kälteren Körper) entstehen, also bei Kältewirkung absteigende, bei Wärmeeinwirkung aufsteigende, die demnach den normalen Nervenstrom schwächen oder stärken, jedenfalls in einer solchen Weise verändern, dass in der sensiblen Faser die veränderte Stromdichte bis zum Centrum läuft, und wie dort die betreffenden Empfindungen veranlassend, so auch auf die musculo- und vasomotorischen Fasern überspringen kann. Selbst in Bezug auf die Unterschiede einer plötzlichen und nur einschleichenden Wirkung gleichen sich die thermischen und electrischen Reize. Wird der n. ischiadicus eines Frosches plötzlich erkaltet, so tritt oft starke Muskelverkürzung ein; steigert man dagegen nur allmälig die Kälte, so kann man den Nerven sogar bis unter 0^0 abkühlen, ohne dass der Muskel zuckt.

2) Die Wirkungen lang dauernder Anwendung von Kälte und Wärme auf den Körper.

Man hat zwei Wirkungsstadien zu unterscheiden; ein erstes, welches wir im vorigen Abschnitt ausführlich besprochen haben, und welches in einer Erregung des Nervengefässsystems durch den thermischen Hautreiz besteht, und ein zweites, nach dem erregenden Vorstadium eintretendes, in welchem die Erregung immer mehr nachlässt und einer Schwächung und schliesslichen Lähmung des Körpers und seiner Theile weicht. Zu lange ausgedehnte kalte und sehr warme Bäder wirken betäubend und Schlaf erregend

und in ihren äusseren Graden geradezu tödtlich. Eine eingehende Besprechung dieser auf das Nerven-Gefässsystem und die Temperatur herabsetzenden Wirkung sehr lange dauernden Kälte und Wärme ist Aufgabe dieses Abschnitts.

Allgemeines Symptomenbild. In nicht lange dauernden kalten Bädern stellt sich nach dem ersten Kälteschreck und den damit zusammenhängenden Erscheinungen (Erhöhung der Empfindlichkeit, Zusammenziehung der Hautgefässe, Beschleunigung und dann Verlangsamung der Athmung und des Pulses) ein Zustand ein, in welchem die Kälte nicht mehr unangenehm, sondern sogar angenehm empfunden wird. Hierauf kommt, wenn auch die inneren Organe sich immer mehr abkühlen, ein weiterer Zustand, in welchem kalte Schauer über die Haut rieseln und zu einem starken subjectiven Uebelbefinden allgemeines Körperzittern und Schütteln, Zähneklappern hinzukommt. Wird jetzt das Bad beendigt, so tritt ein starkes Hitzegefühl auf der Haut ein; in der Haut erschlaffen die vorher contrahirten Gefässe und werden von einer starken Blutwelle durchströmt, so dass sich dieselbe sogar röthet; der Puls wird voller, kräftiger, die Athmung tiefer und ergiebiger, das Tastgefühl wieder feiner, die Musculatnr erscheint kräftiger, der Kopf klarer und das Allgemeingefühl ungemein behaglich und erfrischt. Dauert dagegen die Einwirkung der Kälte oder des kalten Wassers noch länger an, dann kann eine Art Betäubung und Schlafsucht eintreten, und der Organismus unter fortwährendem Sinken der Herzthätigkeit und der Athmung, ausserordentlicher Körperschwäche und Bewegungsunfähigkeit (A. Walter) unter immer stärkerem Sinken der Körpertemperatur durch Erfrieren zu Grunde gehen. An dem Erfrierungstod scheint namentlich die grosse Athmungs- und Herzschwäche Schuld zu sein; denn nach Horvath vertragen Thiere niedrige Temperaturgrade länger und besser, wenn sie künstlich respirirt werden; er konnte hierdurch auf 5° C. abgekühlte Thiere am Leben erhalten, während ohne diese Manipulation nur auf 19° C. abgekühlte starben. Andere Beobachter hinwiederum beschuldigen als Todesursachen beim Erfrieren die eintretende Lähmung des Gehirns oder eine Blutüberfüllung der inneren Organe, oder eine Anämie derselben, oder eine Lungenentzündung, ferner die Blutdissolution.

Bei öfterer Wiederholung mässig langer kühler Bäder tritt bald ein Körperzustand ein, welchen man den abgehärteten nennt, und in welchem die Haut auch ausserhalb des Bades weniger empfindlich gegen Kälte ist, wahrscheinlich in Folge der durch die kalten Bäder gesteigerten Verbrennungsprocesse im Körper.

Mittlere, der Körpertemperatur nahe lauwarme Bäder führen sehr bald (möglicherweise in Folge von Wasseraufnahme in die Nervenendigungen durch Wasserzurückhaltung, Heymann) zu einer Herabsetzung der Hautsensibilität. Es schwinden in Folge dessen

alle unangenehmen Hautempfindungen und alle Reize, welche von der Haut ausgehen, z. B. das Jucken, und es wird in weiterer Folge auch das gesammte Centralnervensystem, welches durch allgemeine unangenehme Hautreize sehr beunruhigt wird, in eine behaglichere Stimmung versetzt; es entsteht ein behagliches Allgemeingefühl, sogar ein Gefühl der Erfrischung, eine eigenthümlich angenehm rieselnde Empfindung im Kopf, sodann aber Neigung zum Schlaf. Bei weiterer Fortdauer können von tieferen Organen ausgehende Schmerzen: Seitenstechen, Kolikschmerzen, Wehen gelindert oder ganz beseitigt werden, vielleicht weil die Haut allmälig stark mit Blut überladen und demgemäss die inneren Organe in einen blutleeren Zustand gerathen, in Folge dessen alle Functionen und Zustände an Intensität abnehmen. — Nach dem warmen Bade macht sich sodann, auch wenn man sich ins Bett legt, allmälig ein Kältegefühl in den Extremitäten bemerklich, während die Haut des ganzen Körpers kühler bleibt, als gewöhnlich, und dieser Zustand kann $1\frac{1}{2}$—2 Stunden anhalten. Ist das Kältegefühl nicht zu stark, so kann man in Schlaf verfallen, nach welchem die Haut wieder wärmer ist. Essen beschleunigt die Herstellung des normalen Zustandes. Nach länger fortgesetzten täglichen warmen Bädern bemerkt man eine Neigung zur Aufregung des Gefässsystems und ungewohnte gemüthliche Reizbarkeit (G. v. Liebig).

Durch die von Hebra ausgeübten sogenannten permanenten Vollbäder wissen wir jetzt, dass selbst ein monatelang ununterbrochen fortgesetzter Aufenthalt in einem lauen, dem Behagen entsprechenden Vollbade keine Krankheitserscheinungen nach sich zieht, ja dass die Kranken im Laufe der Zeit immer niedrigere Temperaturgrade, schliesslich von nur 31° C. verlangen.

Steigt in Folge langen Aufenthalts in heissen Bädern und in Folge gehinderten Wärmeabflusses die Körpertemperatur, so tritt bei 43—45° C. nach vorausgegangenen Krämpfen ungemein beschleunigte Athmung, Erweiterung der peripheren Gefässe, unzählbarer Puls und endliche Herzlähmung ein.

Thiere, deren Körpertemperatur man durch Einwirkung grosser Hitze lange Zeit erhöht gehalten hat, und welche man dann in kälteren Räumen abkühlt, werden krank; ihre Temperatur sinkt unter das normale Mittel; sie werden müde, matt, bewegungsunlustig, verlieren den Appetit und magern sehr stark ab (Rosenthal).

Ueber die directe Beeinflussung einzelner Organe

durch lang dauernde thermische Einflüsse besitzen wir folgende Kenntnisse, welche meistens (nämlich für die inneren Organe) mehr theoretisches als practisches Interesse haben, da durch hydrotherapeutische Maassregeln die Temperaturgrade der inneren Körpertheile nie in so hochgradiger Weise verändert werden, wie durch die physiologischen Versuche mit isolirten, den Temperaturen unmittelbar unterworfenen Organen.

Wirkt Kälte auf engumgrenzte Hautstellen lange Zeit ein, so beginnt die (Seite 98 geschilderte) Hautblässe einer allmälig immer mehr steigenden Röthe zu weichen, indem die durch den ersten Kältereiz verengten Gefässe sich erweitern. Es strömt Blut, Lymphe wieder in vermehrtem Maasse und in grösserer Schnelligkeit in dieselben, und es tritt hierdurch auch ein eigenthümliches Gefühl ein, welches man sonst nur bei Hitzeeinwirkung empfindet; nur bei den extremsten Kältegraden ist gleich im Beginn ein Gefühl von Brennen vorhanden. Dauert die Kälteeinwirkung noch länger, dann wird die Haut schliesslich dunkel- und blauroth, weil, wie man an durchsichtigen Körpertheilen beobachten kann, das Blut sich in den stark erweiterten Capillaren anstaut, während Arterien und Venen noch nicht erweitert sind. Auch wenn sich schliesslich die zu- und ableitenden Gefässe erweitern, so findet wegen des verloren gegangenen Gefässtonus nur noch eine minimale Circulation statt und es kann das Blut nur noch schwer, später gar nicht mehr in die erfrorenen Theile eindringen. Im lockeren Zellgewebe z. B. der Ohren sammeln sich mit steigender Kälte immer mehr Wanderzellen an; das Blut selbst wird kalt, in Folge der Stockung stark venös (daher die blaurothe Farbe) und es werden schliesslich die Stoffwechselvorgänge so aufgehoben, dass in den äussersten Graden brandiges Absterben eintritt. Natürlich hört in derartig erfrierenden Theilen bald auch die Tast- und jede Schmerzempfindung auf (die anästhesirenden Wirkungen der Kälte sind schon von Alters her bekannt); selbst von Nervenstämmen aus kann man durch längere Kälteeinwirkung deren ganzes Verästelungsgebiet (z B. den Kehlkopf durch Aetherbestäubung des N. laryngeus sup.) unempfindlich machen.

Bei Wärmeeinwirkung strömt in Folge einer starken Gefässerweiterung und -erschlaffung sogleich mehr Blut in die erwärmten Organe; dieselben werden röther und heisser, und dieser Zustand dauert oft noch stundenlang nach dem Bade an.

Nach länger dauernden warmen Bädern hat man öfter nesselartige Hautausschläge auftreten sehen, die ihren Höhepunkt nicht im Bade selbst, sondern erst nach demselben erreichen; die einzelnen Nesseln können auch zusammenfliessen und eine einzige grosse Schwellung der befallenen Hauttheile hervorrufen; gleichzeitig hiermit soll Ohnmacht von kurzer Dauer eintreten (G. v. Liebig).

Durch wochenlange Anwendung feuchter Wärme auf den ganzen Körper oder auf einzelne Theile treten in Folge der Maceration der Haut und dadurch erleichterter Infection alle möglichen Hautentzündungen infectiöser und nichtinfectiöser Natur ein: Erythem, Urticaria, Eczem, Furunculosis, Herpes tonsurans; Krankheitszustände, die man früher als „Krisen“ bezeichnet hat.

Nervensystem. Bringt man das Gehirn kleiner Thiere (Frösche, Tauben, Kaninchen) mittelst Aetherzerstäubung zum Ge-

frieren, so werden dieselben nach einem kurzen Vorstadium der Erregung betäubt, empfinden keine Schmerzen mehr, zeigen aber, wie enthirnte Thiere gesteigertes Reflexvermögen; bei allmäligem Wiederaufthauen tritt selbst nach sehr oft wiederholtem Einfrieren vollständige Wiederherstellung ein; bei raschem Aufthauen dagegen tritt Erregung und Krampf ein.

Erfrierung des verlängerten Marks macht Athmungsstörung und in den höheren Graden vollständige Athmungslähmung, so, dass die Thiere asphyctisch sterben (Richardson).

Rückenmark. Reflexe. Enthirnte Frösche behalten ihr Reflexvermögen länger in niederen Temperaturen. Steigert man letztere ganz allmälig (und zwar gleichgültig, ob am ganzen Thiere oder an einzelnen Rückenmarksabschnitten), so geschehen alle Reflexbewegungen energischer und dauern länger an. Bei 30° C. kann ein unter niederer Temperatur nur einfache Contractionen hervorrufender Reiz sogar tetanische Krämpfe auslösen. Man hat allerdings auch nach gewissen Temperaturerniedrigungen Steigerung der Reflexthätigkeit gesehen (Cayrade, Tarchanow, Freusberg). Bei kleineren Strychningaben fand Kunde, dass Wärmeentziehung Tetanus hervorruft, Wärmezufuhr dagegen unterdrückt; bei grösseren Strychningaben verhalte es sich umgekehrt. Lange Kälteeinwirkung hebt die Reflexe, ja sogar die Strychninwirkung vollständig auf (Wundt).

Wenn man mittelst thermischer Einwirkungen Reflexbewegungen in den willkürlichen Muskeln hervorrufen will, muss man grosse, möglichst plötzliche Temperaturen einwirken lassen; bei sehr langsamem Erwärmen kann man sogar ganz normale Thiere (Frösche) zur Wärmestarre bringen und dadurch tödten, ohne dass sie Fluchtversuche machen, indem durch das zum Rückenmark strömende warme Blut dessen Reflexvermögen immer mehr geschwächt wird (Heinzmann).

Dagegen rufen auch selbst nicht besonders differente Temperaturgrade im Bereich der glatten Musculatur Reflexe hervor; bei Warmblütern und Menschen zeigt sich dies, wie bereits oben beschrieben wurde, durch die entstehende Gänsehaut, die Hautblässe und durch die Verengerung der Gefässe auch an Theilen, welche von dem Ort der Kälteeinwirkung weit entfernt sind. Taucht man z. B. die eine Hand in kaltes Wasser, so kann gleichzeitig auch die Temperatur der anderen nicht eingetauchten Hand sinken, um nach einiger Zeit allerdings wieder in die Höhe zu steigen. Es sind bei geringeren Kältegraden immer die symmetrischen Stellen der anderen Körperseite, die von der erkälteten Seite in Mitleidenschaft gezogen werden. Bei stärkeren Kältegraden dagegen erstreckt sich die Reflexwirkung auf immer grössere Körperregionen, schliesslich auf den gesammten Körper (vgl. die allgemeinen Erscheinungen bei Kälteeinwirkung S. 98 u. 99).

Directe Kältewirkung auf das Rückenmark z. B. durch Aetherzerstäubung soll bei Fröschen zuerst erhöhte Beweglichkeit, sodann allgemeine Lähmung nach sich ziehen, aus der sie allmälig wieder zur Norm zurückkehren; ähnlich sollen sich auch Warmblüter verhalten (Weir-Mitchell und Richardson). Chapman will durch lange fortgesetztes Auflegen von Eisbeuteln bei Menschen Blutleere, Herabsetzung der Reflexerregbarkeit und anderer Functionen des Rückenmarks, durch abwechselnde örtliche Kälte- und Hitzeanwendung dagegen eine Steigerung des Blutzuflusses und der Rückenmarksfunctionen bewirkt haben. Eisbeutel auf das Rückenmark sollen nach ihm ferner eine Fluxion des Blutes zu denjenigen peripheren Theilen hervorrufen, welche von dem betreffenden Rückenmarkstheil ihre vasomotorischen Fasern erhalten.

Periphere Nerven. An Froschnerven sahen Helmholtz und Troitzky eine sehr beträchtliche Verlangsamung der Nervenleitung durch Kälte. Nach Letzterem ist die Geschwindigkeit der Nervenleitung am grössten zwischen 10—20° C. und sinkt sowohl, wenn man über diese Grenzen hinaus abkühlt, als erwärmt; doch werde dieser Einfluss der Temperatur mit steigender Reizstärke immer schwächer. Auch am motorischen Nerven des Menschen fanden Helmholtz und Baxt einen sehr grossen Einfluss der Temperatur, und zwar wurde durch Erwärmen (des Handgelenkes oder des ganzen Armes) eine Verlangsamung, durch Abkühlen eine Beschleunigung der Nervenleitung erzielt; die Geschwindigkeit derselben liess je nach dem verschiedenen Temperaturgrade sich zwischen 30—90 Meter für die Secunde verändern.

Die Erregbarkeit der Froschnerven unterliegt ebenfalls starken Schwankungen je nach dem Temperaturgrade. Abkühlung unter 15° C. vermindert die Erregbarkeit, erhält sie dafür aber auch um so länger; rasche Abkühlung von 20° auf 9° und darunter steigert zuerst die Erregbarkeit. Kältegrade unter — 4° C. wirken erregend, schädigen aber die Erregbarkeit sehr stark. Erwärmung des Nerven über mittlere Temperatur steigert kurze Zeit die Erregbarkeit (und zwar um so kürzer, je höher die einwirkende Temperatur), um sie bald abzuschwächen und das Absterben zu beschleunigen. Ueber 50° C. ist keine Erregbarkeitssteigerung mehr nachweisbar, und bei 65° C. stirbt der Nerv sogleich ab. Gewisse hohe Temperaturen von nicht über 50° C. können die Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit vollkommen aufheben, ohne den Nerven zu tödten; Abkühlung kann die Erregbarkeit wieder herstellen (Rosenthal und Afanasieff).

Nach Grützner werden weder bei Kalt- noch bei Warmblütern die motorischen Nerven durch 40° übersteigende Wärmegrade erregt, während sensible Nerven heftige Reflexe auslösen. Auch die secretorischen und gefässerweiternden Nerven mit Ausnahme derjenigen der Haut reagiren nach ihm auf obige Temperaturen nicht

mit Erregung. Grützner glaubt, dass man nichtsdestoweniger annehmen müsse, auch die motorischen Nerven würden in Erregung versetzt, nur zeige sich dieselbe nicht an den Endapparaten, könne also von einem Beobachter nur aus diesem Grunde nicht wahrgenommen werden.

Bei Warmblütern (Kaninchen, Menschen) zeigte sich bei Versuchen, in denen der sensible oder motorische Nerv zum Frieren gebracht oder wenigstens starker Kälte (0⁰) ausgesetzt wurde, zuerst heftige Erregung, dann Verlust des Leitungsvermögens, welches aber nach dem Wiederaufthauen rasch zurückkehrt (Richardson, E. H. Weber). Die allerniedrigsten Temperaturen erzeugen nicht mehr das bekannte Kältegefühl, sondern eher das des Brennens.

Hermann hält dafür, dass der Einfluss der Temperatur auf die Erregbarkeit durch obige Versuche sicher gestellt ist, dass dagegen die Erregungen durch Temperaturen (welche nicht zugleich tödten) noch nicht über allem Zweifel stehen. Valentin fand z. B., dass beim Eintauchen motorischer Nerven in Wasser von 38° C. Zuckung ohne nachfolgenden Nerventod eintritt, während Eckhard dieses läugnet und angiebt, dass Zuckungen nur bei Temperaturen über 65° C. und unter 4—6° C., also nur bei nerventödtenden Temperaturen eintreten.

Es ist möglich, dass diese durch Zuckungen sich manifestirenden Erregungen zum Theil nur auf Erhöhung der Erregbarkeit, welche sonst latente Reize wirksam macht, zum Theil auf Entwicklung besonderer Reize, wie Wasserverlust u. s. w. beruhen.

Wenn es erregende Temperaturen gibt, so wirken dieselben durch ihr Bestehen, bezw. dadurch bedingte Processe im Nerven, nicht durch ihr Entstehen oder Schwinden, d. h. durch eine Schwankung (Hermann).

Merkwürdiger Weise veranlasst Wärme und Kälte nur von den Nervenendigungen aus Temperaturempfindung, nicht aber von den Nervenstämmen aus (E. H. Weber).

Es kann demnach die Kälte als ein physikalischer Reiz- und bei längerer Dauer als ein auch örtlich betäubendes, lähmendes und anästhesirendes Nervenmittel angesehen werden.

Die Athmung wird bei lang dauernden kalten Bädern entschieden verlangsamt, bei desgleichen heissen beschleunigt. Die Zu- und Abnahme der Athemfrequenz steht in einem geraden Verhältnisse zur Abnahme und bezw. zum Steigen der Temperatur durch obige Bäder.

Herz und Kreislauf. Bei allen Thierklassen, bei Kalt- wie bei Warmblütern, zeigt sich ausnahmslos, dass mit steigender Temperatur (bei Fröschen bis etwa 30° C.) die Häufigkeit der Herzschläge bis nahe an die oberste noch verträgliche Temperaturgrenze zunimmt; die Herzsystole dauert in niederen (4° C.) Temperaturen etwa zehnmal länger an, als in hohen. Dagegen ist die

Kraft der Herzzusammenziehungen bei mittleren Temperaturgraden des Herzens am grössten und nimmt ab bei Temperaturen über 20—30° C.; bei 40° kann trotz lebhafter Contractionen die Herzleistung gleich Null werden, weil die Zusammenziehung nur in peristaltisch fortschreitenden, nicht zusammenwirkenden Wellen besteht.

Wirken auf das Froschherz plötzlich sehr hohe Temperaturgrade ein, so verlangsamen sich die Herzschläge, ja es kann vollständiges Aufhören derselben eintreten in Folge von Reizung der hemmenden Apparate durch die Hitze. In diesem Zustand bringt Sinusreizung nicht wie gewöhnlich Herzstillstand, bezw. Verlängerung der Diastole zu Stande, sondern es tritt Tetanus der Herzkammer ein. Wirkt Hitze dagegen auf ein vorher stark abgekühltes Herz ein, so werden die Herzzusammenziehungen sehr beschleunigt und schliesslich tetaniform. Bei Temperaturen unter 0 und über 30 bis 40° C. hört das Froschherz zu schlagen auf (Humboldt, Harvey, Schelske, Cyon). Wie weit bei allen diesen Wirkungen die verschiedenen Herznerven und die Herzmuskulatur betheiligt sind, das kann man gegenwärtig noch nicht recht auseinanderhalten. Nach Gaule wird das weniger leistungsfähig gewordene Herz eines in der Kälte aufbewahrten Frosches wieder so leistungsfähig, wie das eines wärmer gehaltenen, wenn ihm das Extract eines Herzens des letzteren zugeführt wird; danach scheinen erholende Stoffe in der Wärme gebildet zu werden und dem Herzen Erregbarkeit- und Leistungsfähigkeit-steigernde Spannkräfte zuzuführen.

Auch bei Menschen hat man in kalten oder kühlen und unterkörperwarmen Bädern die Frequenz der Herzschläge abnehmen, in heissen steigen sehen, in letzteren bis um mehr als das Doppelte der normalen Schlagzahl. Im früh morgens länger (½ Stunde) dauernden lauen Bade fand G. v. Liebig eine Abnahme der Pulszahl, unmittelbar nach dem Bade eine viel grössere, als im Bade selbst; erst ½—1 Stunde nach dem Bade steigt die Pulszahl, erreicht aber die Anfangszahl erst nach einem Frühstück wieder.

Der Blutdruck warmblütiger Thiere wird in lang dauernden kalten Bädern immer mehr herabgesetzt, bisweilen ausserordentlich schnell, und in diesen letzteren Fällen findet man in den Gefässen geronnenes Blut (Horvath).

Muskulatur. Im lebenden warmblütigen Thiere dringt die von der Haut aus wirkende Kälte schwer bis in die selbst oberflächlichen Muskelmassen ein, einmal weil ihr Wärmeleitungsvermögen ein sehr niedriges ist (= 0,431, also 2 mal kleiner als das des Wassers), sodann weil deren specifische Wärme eine sehr hohe (= 0,7692) ist (Adamkiewitz) und weil sie, wie wir später hören werden, die Hauptverbrennungsheerde und Wärmeerzeuger des Körpers sind. Selbst bei Einwirkung der stärksten Kältegrade auf die Haut, wenn letztere bereits eiskalt und todtenblass ist,

zeigen sich die unmittelbar darunter liegenden Muskeln oft sogar sehr stark hyperämisch und von dem aus dem Innern kommenden warmen Blute gut gespeist. An Warmblütern hat man daher die Functionsstörungen, denen ein verschieden tempererirter Muskel unterliegt, noch nicht studiren können, wohl aber am Kaltblütermuskel.

Je nach seiner Temperatur verhält sich der Muskel und seine Leistung sehr verschieden; die bekannten Verschiedenheiten der Kalt- und Warmblütermuskeln sind vielleicht zum grossen Theil nur auf die Temperaturunterschiede zurückzuführen, so z. B. das rasche Absterben der letzteren gegenüber den ersteren; denn wenn man Kaninchen z. B. durch Durchschneidung des Halsmarks nur sehr langsam und allmälig abkühlt, so behalten auch ihre Muskeln ihre Erregbarkeit sehr lange, bis 8 Stunden lang (Cl. Bernard).

Die Muskelerregbarkeit der Kaltblüter wird durch steigende Wärme (bis 33° C.) gesteigert, aber in demselben Verhältnisse auch zum rascheren Verschwinden gebracht. Bei 0° aufbewahrte Froschmuskeln hat man bis 10 Tage, bei Sommerwärme aufgehobene dagegen höchstens 1 Tag lang erregbar gefunden. Bei 40° C. werden Froschmuskeln sogleich wärmestarr und getödtet.

Die Kraft des Muskelstroms wird nach Hermann innerhalb des vitalen Temperaturbereichs durch Wärme für die Dauer ihrer Einwirkung erhöht, durch Kälte ebenso erniedrigt. Die Schwankung kann innerhalb des angegebenen Bereichs bis 22% betragen, ist aber wahrscheinlich noch grösser, da die Temperaturen nur oberflächlich einwirken können. Dabei verhält sich der wärmere Theil des lebenden Muskels positiv gegen den kälteren; es bringen also Temperaturdifferenzen im Muskel eine besondere electromotorische Kraft hervor. Durch Gefrieren und durch Wärmestarre wird die Kraft des Muskelstroms vernichtet; am stärksten ist sie für Kaltblütermuskeln bei 30° C. (Hermann).

Die Zuckungshöhe und -schnelligkeit des Muskels nimmt in der Wärme ungemein zu; die Kälte umgekehrt vermindert die Zuckungsgrösse und verzögert den Ablauf der Zuckung sehr bedeutend (Valentin, Volkmann, Marey, Helmholtz). Diese functionelle Veränderung kann man an den Bewegungen seiner eigenen Handmuskeln in grimmiger Kälte wahrnehmen.

Lebende Kalt- wie Warmblütermuskeln werden durch Erwärmen (von 2—28° C.) kürzer, durch Wiederabkühlen länger; die todten Muskeln verlängern sich umgekehrt durch Wärme (Schmulewitz). Ob jene Längeveränderungen des lebenden Muskels auf Elasticitätsänderungen bezogen werden dürfen, steht noch dahin.

Auch die glatten Muskeln erleiden durch Temperatureinflüsse Veränderungen; die glatten Hautmuskeln werden durch Kälte zu dauernder Zusammenziehung, durch Hitze (Dampfbad u. s. w.) zur Erschlaffung, ja zur Lähmung gebracht.

Einwirkung auf das Blut. Blut von Kaninchen, Schweinen ausserhalb des Körpers zeigt erst nach mehrmaligem Einfrieren und Wiederaufthauen stärkere Veränderungen, indem dann seine Blutkörperchen zu Grunde gehen oder ihren Hämoglobingehalt an das Serum abgeben, so dass dieses sich röthet. Die nicht zerstörten, nur entfärbten Blutkörperchen sind im Uebrigen so glatt, so gross und so elastisch, wie normale. In einem erfrorenen Menschen war jedoch nur das Blut der Hautgefässe durchscheinend und in obiger Weise verändert (durch das in das Serum und die Gewebe diffundirte Hämoglobin war die Haut roth gefärbt; im Herzblut dagegen zeigte sich keine auffallende Veränderung (Rollet).

Nach Crechio wird gefrorenes Blut heller, wieder aufgethautes Blut dunkelroth und verliert seine Gerinnungsfähigkeit. An längerer Zeit einer heftigen Kälte ausgesetzten Kaninchen konnte Beck höchstens eine leichte Schrumpfung und leichteres Zergehen einiger Blutkörperchen, sonst keine Abnormitäten auffinden.

Der Sauerstoffgehalt des Blutes warmblütiger Thiere wächst mit zunehmender Kälte der eingeathmeten Luft, trotzdem sich die Athmung verlangsamt; wie Mathieu und Urban glauben, in Folge einer in der Kälte gesteigerten Endosmose des Lungengewebes. In den Venen dagegen ist in der Kälte nicht mehr Sauerstoff als in der Wärme, ein Beweis, dass in der Kälte die Verbrennungsprocesse im Organismus gesteigert sind, da der O-Gehalt des Arterienblutes doch ein stärkerer war. Bei lebensgefährlichen höchsten Kälteeinwirkungen allerdings steigt der Kohlensäuregehalt des arteriellen (in Folge des verlangsamten Kreislaufs) und steigt der Sauerstoffgehalt des venösen Blutes (in Folge der stark herabgesetzten Oxydationsprocesse, Mathieu und Urbain).

Erhöhte Temperaturen (52° C.) bewirken bei den rothen Blutkörperchen zuerst seichte, dann immer tiefer werdende Einkerbungen und Einschnürungen, endlich Zerfall in grössere und kleinere kugelige Theilstücke; letztere geben schliesslich ihren Farbstoff in die umgebende Flüssigkeit ab (M. Schultze).

3) Einfluss von kurz- und langeinwirkender Kälte und Wärme auf die Körpertemperatur.

Propädeutisch erinnern wir zuerst an folgende beim normalen Menschen in normalen Verhältnissen beobachtete, die Temperatur und Wärmebildung betreffende Thatsachen: 1) Die Körpertemperatur unterliegt, je nachdem der Mensch wacht oder schläft, isst oder hungert, arbeitet oder ruht, in kalter oder warmer Umgebung sich aufhält, Schwankungen. Während des Tages (von früh 6 bis Abends 8 Uhr) steigt, während der Nacht fällt die Körpertemperatur. Sie erreicht ihre höchste Höhe zwischen 5—8 Uhr Abends und ihren niedrigsten Stand zwischen 2—6 Uhr Morgens (Jürgen-

sen). 2) Wenn man jedoch die Mittelzahlen der Körpertemperatur aus längeren Zeiten mit einander vergleicht, so zeigt sich fast eine absolute Temperaturconstanz, indem jede ungewöhnliche durch eine besondere Einwirkung veranlasste Abweichung von der Normaltemperatur nachher durch Abweichungen in entgegengesetztem Sinne compensirt wird. Bei Betrachtung mehrtägiger Beobachtungsreihen ist die Constanz des Mittelwerthes selbst dann vorhanden, wenn die beobachtete Person während dieser Zeit den verschiedensten Einflüssen (Arbeit und Ruhe, Hunger und starkem Essen, Kälte und Wärme) ausgesetzt war (Jürgensen). 3) Die mittlere Temperatur eines erwachsenen Menschen beträgt in dem Rectum 37⁰,13—37⁰,32 C. (Jürgensen), in der Achselhöhle 36⁰,89 C. (Liebermeister). 5) Da die Luft fast immer kälter ist, wie der Körper, so giebt letzterer stets Wärme in die Umgebung ab und zwar durch Strahlung und durch Leitung. Die verschiedenen Wege der Wärmeabgabe unterliegen dem mannigfaltigsten Wechsel, so dass bald mehr, bald weniger Wärme verloren wird; hierin liegt eine der Regulationseinrichtungen des Organismus. 6) Die Wärmeproduction eines gesunden Menschen macht in einer Stunde etwa 114 Calorien [1]), in 24 Stunden also etwas mehr wie 2700 Calorien aus (Helmholtz); ebenso viel Wärme muss während dieser Zeit nach aussen ausstrahlen. 7) Am wärmsten sind die Muskeln und Drüsen während ihrer Functionirung, weil sie am meisten Wärme produciren; am kühlsten ist die Haut, dann kommen Lunge u. s. w. wegen ihrer oberflächlichen oder mit der äusseren Luft communicirenden Lage. Das aus arbeitenden Organen ausfliessende Venenblut ist wärmer als das hineinfliessende Arterienblut; umgekehrt ist es bei denjenigen Organen, welche wenig Wärme bilden oder viel nach aussen abgeben. Ein unter Blutwärme temperirtes Organ wird mit steigender Blutzuströmung wärmer; die geröthete Haut besitzt immer eine höhere Temperatur als die blasse.

Wie weit und wie tief dringt die äussere Temperatur bei langer örtlicher Einwirkung in die Gewebe ein? So lange nicht brandig machende kalte Temperaturgrade angewendet werden, sinkt selbst bei langer Kälteeinwirkung die Temperatur der nächst betroffenen Hautoberfläche nie bis zu dem Kältegrad des aufgelegten Eisstückchens, sondern bleibt immer um einige Zehntel Grad höher; jedoch erniedrigen Kältegrade z. B. von etwa 10⁰ C. in der Zeit von $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde die Temperatur oberflächlicher Körpertheile schon um 15—27⁰ C.; dabei kann eine kurze Zeit lang in unmittelbarer Nachbarschaft der abkühlenden Stelle die Temperatur in

---

[1]) Mit einer Wärmeeinheit (Calorie) bezeichnen wir diejenige Wärmemenge, welche nöthig ist, um die Temperatur von 1 Kilo Wasser um 1⁰ C. zu erhöhen. Viele Physiologen verstehen darunter nur diejenige Wärmemenge, welche 1,0 Grm. Wasser um 1⁰ C. erwärmt.

Folge collateraler Hyperämie sogar ansteigen (Fleury, Brown-Séquart, Buch). Dem Eindringen der Kälte in die Tiefe setzt das strömende Blut der tieferen Gewebsschichten einen ziemlich langen mächtigen Widerstand entgegen, so dass die Abkühlung mit wachsender Tiefe in rapider Progression abnimmt. Jedoch dringt die Kälte um so tiefer, je länger sie einwirkt; so sah Esmarch die Innentemperatur der Tibia eines jungen Menschen von der mit Eis umgebenen Oberfläche aus allmälig um 10°, und zwar in den ersten 8 Stunden nur um 4,3°, in der neunten Stunde dagegen mit steigender Geschwindigkeit um weitere 6° fallen; nach Entfernung des Eises stieg dagegen die Temperatur sehr rasch wieder in die Höhe, in $1^1/_2$ Stunden auf 37,1° C.; so konnten Winternitz, Schultze, Schlikoff in den geschlossenen Körperhöhlen z. B. der Pleura nach Thoracocentese, des Bauches u. s. w. durch Kälteumschläge auf die Oberfläche über denselben in $^1/_2$—1 Stunde je nach der Entfernung von dem Eise eine Temperaturerniedrigung von 1,5—4° C. erzielen. Erkältete Körpertheile werden meist rasch wieder warm, um so rascher, je mehr die Wiederherstellung der Normaltemperatur durch active Körperbewegung, Frottiren, durch hohe Umgebungstemperatur unterstützt wird (Fleury).

Aehnlich verhält es sich auch mit der örtlichen langdauernden Wärmeeinwirkung. Auch diese dringt je länger angewendet, um so tiefer in das Körperinnere.

Thermische Einflüsse auf Wärmebildung und Wärmeausstrahlung. Hinsichtlich der Einwirkung von Kälte und Wärme auf den gesunden Menschen fand Liebermeister folgende Thatsachen: Wenn der Wärmeverlust durch die äussere Haut in mässigem Grade gesteigert ist, wie z. B. bei der Einwirkung kühler Luft auf die entblösste Körperoberfläche, ferner im kühlen Bade (20—30° C.) und selbst im kalten Bade von nicht zu langer Dauer, endlich bei kalten Uebergiessuugen, Douchen, Brausen, Abwaschungen, ja auch bei nur localen Wärmeentziehungen, so erfolgt während der Dauer dieser Einwirkungen nicht, wie man erwarten sollte, ein Sinken der Körpertemperatur, sondern die Temperatur im Innern des Körpers bleibt constant oder steigt sogar um ein Geringes. Ferner fand Liebermeister, dass gleichzeitig an das Badewasser eine Wärmemenge vom Körper abgegeben wird, welche nur durch gesteigerte Wärmebildung in letzterem erklärt werden kann. Während die mittlere Wärmeerzeugung eines gesunden Erwachsenen in der Stunde etwa 100 Wärmeeinheiten beträgt (Helmholtz), steigt sie im kalten Bade (von 20° C.) auf 280 Einheiten, also auf das Dreifache. Es deutet diese merkwürdige Thatsache darauf hin, dass die wärmebildenden Processe im Körper steigen, wenn äussere kältende Einflüsse die Körpertemperatur zu erniedrigen drohen, dass also die bekannte Temperaturconstanz des thierischen Körpers zum Theil

durch Steigerung der Oxydationsprocesse bedingt ist, und nicht allein, wie man vorher glaubte, durch eine Regelung der Wärmeausstrahlung von der bald stärker, bald schwächer mit Blut durchströmten Haut aus.

Als weitere Stütze für seine Auffassung hat Liebermeister zusammen mit Gildemeister im kühlen Bade eine Steigerung des Stoffwechsels an einem Endproducte desselben, an der Kohlensäure nachgewiesen. Röhrig und Zuntz zeigten sodann an Kaninchen, Pflüger und Colasanti an Meerschweinchen, dass mit Abnahme der Temperatur nicht nur eine Mehrbildung von Kohlensäure, sondern auch gleichzeitig und proportional ein Mehrverbrauch von Sauerstoff stattfindet, auch wenn die Thiere ganz ruhig und ohne Aufregung sitzen bleiben. Diese durch Abkühlung bedingte Steigerung des Stoffwechsels findet keineswegs nur in den ersten Zeiten nach dem Sinken der Temperatur der Luft statt, sondern wächst sogar im Laufe von Stunden so bedeutend, dass die innere Körpertemperatur des Thieres beträchtlich zunimmt. Hierzu fanden Pflüger und Finckler noch weiter, dass bei Meerschweinchen die Wärmeproduction durch eine Abnahme der Umgebungstemperatur (der Luft) von ungefähr 24° C. bei sehr kräftigen Thieren um mehr als den doppelten Werth, durch den Einfluss des Winters im Verhältniss zum Sommer um etwa 23 pCt. gesteigert wird. Colasanti macht noch darauf aufmerksam, dass natürlich grosse Geschöpfe bei gleicher Temperaturerniedrigung der Umgebung eine relativ kleinere Steigerung ihres Stoffwechsels bedürfen, weil mit zunehmender Körpergrösse die Oberfläche nur in quadratischem, der Körperinhalt dagegen in kubischem Verhältnisse wächst. Auch will er nicht bestreiten, dass bei verweichligten Stubenmenschen die temperatur-regulirende Wärmeproduction oft sehr schwach sein mag.

Auch diejenigen Autoren, welche wie Winternitz die von Obigen angewendeten Untersuchungsmethoden und -ergebnisse als fehlerhaft bezeichnen zu dürfen glauben, können nicht in Abrede stellen, dass bei Wärmeentziehungen von der äusseren Körperoberfläche unter bestimmten Umständen eine Steigerung der Wärmeproduction stattfindet. Senator allerdings behauptet auf Grund von calorimetrischen Versuchen an Hunden, dass die Kälte allein weder Wärmebildung noch Stoffwechsel erhöhe. Und Winternitz weist auf die grosse Leistungsfähigkeit des Hautorganes hin, welche um mehr als 60 % Wärme weniger und mehr als 92 % mehr abgeben könne, je nachdem die Hautgefässe reflectorisch verengt, oder z. B. in der Kälte durch Reiben, Frottiren, Senfteige erweitert sind. Es reichen nach ihm daher die nachweisbaren Schwankungen der Wärmeabgabe aus, um die Temperaturconstanz, soweit sie besteht, unter den gewöhnlichen Erwärmungs- und Abkühlungsbedingungen zu erklären. „Es reiche z. B. die Verminderung der Wärmeabgabe, d. h. die Zurückhaltung der Wärme im Körper, wie sie nach Wärmeentziehung eintrete, hin, auch ohne gesteigerte Wärme-

bildung die Wärmeverluste in kurzer Zeit zu ersetzen. In Folge kalter Haut oder einer nervösen Hautischämie allein könne durch Verminderung der Ausstrahlung bei gleichbleibender Bildung von Wärme fieberhafte Temperatursteigerung im Innern des Körpers auftreten; umgekehrt könne eine einfache Steigerung des Wärmeverlustes (z. B. durch Frottiren der Haut in kalter Umgebung) allein Entfieberung bewirken. Dass bei Kälteeinwirkung auf den Organismus z. B. die Achselhöhlentemperatur steige, beweise nicht, wie Liebermeister annehme, ein Steigen der wärmebildenden Processe; die Temperatur der Achsel entspreche ungefähr der Temperatur der oberflächlichen Muskelschichte, etwas gekühlt durch das mit niedrigerer Temperatur aus den oberflächlichen Hautvenen durch dieselbe fliessende Blut. Werde durch Kälteeinwirkung die Hautcirculation beschränkt, so verringere sich dieser Abkühlungsfactor, oder er entfalle fast ganz und die Achseltemperatur müsse ansteigen; auch collaterale Hyperämie, Compression der oberflächlichen Venen durch mechanische Momente trügen vielleicht dazu bei."

Dauert die Kälteeinwirkung sehr lange an, dann beginnt allerdings die Innentemperatur des Körpers allmälig unter die Anfangstemperatur herunter zu gehen. Bei den meisten Menschen dauert es in kühlen Bädern von 20 bis 24° C. 15—20 Minuten, bis dieses Stadium des Abfalls eintritt; ein starkes Fettpolster und starke Körperbewegungen verlängern natürlich die Zeitdauer der Verträglichkeit (Senator, Liebermeister). Ist das Bad ganz ausserordentlich kalt (10° C.), dann tritt gleich von vornherein und sehr schnell Sinken auch der Innentemperatur ein, um so schneller, je kleiner, magerer die Versuchsperson ist und je ruhiger sie sich verhält (Currie, Jürgensen, Walther). Bei nur örtlichen kalten Umschlägen (Eisbeuteln u. s. w.) sinkt nach einiger Zeit bei Gesunden, wie bei Fiebernden die Achselhöhlen- und Mastdarmtemperatur nur sehr unbedeutend (um 0,1—0,27°) oder gar nicht (Leube, Riegel und Rosenberger); dagegen fand Leube, dass Lagern auf grössere mit sehr niedrig temperirten Kältemischungen (Eis und Salz) gefüllte Eiskissen, wenn etwa $1/3$ der Körperoberfläche von denselben berührt wird, bei pneumonischen und typhösen Fiebern die Temperatur herabsetzt.

Diese endliche Erniedrigung der Gesamttemperatur des Körpers bei langer Kälteeinwirkung kommt daher, dass schliesslich die selbst hoch gesteigerte Wärmeproduction nicht mehr gleichen Schritt halten kann mit der Wärmeabgabe. Die Wärmeproduction des thierischen Körpers ist zwar grosser Leistungen fähig in Erhaltung der zur Gesundheit nothwendigen Temperatur; aber sie ist keineswegs von unbegrenzter Leistungsfähigkeit und hat ihre Grenze, und zwaı schneller bei heruntergekommenen, verweichlichten, kranken, langsamer bei gesunden, abgehärteten Menschen. Und der in kühlen sowie kalten Bädern eintretende Wärmeverlust ist sehr gross, beträgt in einem 30° C. warmen Bade schon das

Doppelte des normalen, in einem solchen von 25° C. das Dreifache, in einem von 20° C. mehr als das Fünffache des normalen mittleren Wärmeverlustes (Liebermeister). Es kann da nicht Wunder nehmen, wenn in noch kälteren Bädern die selbst hochgesteigerte Wärmeproduction bei solchen Verlusten nicht mehr compensirend wirken kann.

Nach dem Durchmachen einer mässigen oder auch starken Kälteeinwirkung, z. B. nach einer kalten Douche oder einem kalten Bade, unterliegt die Körpertemperatur mehreren Schwankungen. Zuerst, als primäre Nachwirkung zeigt sich, dass einige Zeit nach dem Bade die innere Körpertemperatur (Rectum) niedriger ist, als vor und während desselben. Diese Erniedrigung dauert gewöhnlich einige Stunden an, und kommt jedenfalls daher, dass zwischen der stark abgekühlten Körperoberfläche und dem Körperinnern auf dem Wege des Kreislaufs ein Ausgleich eintritt, und dass auf die während des Bades statthabende Steigerung der Wärmebildung eine compensirende Verminderung folgt. Diese primäre Nachwirkung ist um so grösser, je mächtigere Wärmeentziehung stattgefunden hat. — Eine weitere secundäre Nachwirkung tritt sodann ein, sobald die primäre aufgehört hat. Die Körpertemperatur geht jetzt nicht nur wieder zu, sondern über ihre normale Höhe hinaus; der Körper wird absolut höher temperirt; die Zeiten des Tages, zu welchen die Temperatur ansteigt, sind denen des Absinkens gegenüber verlängert (Jürgensen), wahrscheinlich auch wieder in compensirender Weise.

Bei länger dauernden Kaltwassercuren Chronisch-Kranker tritt nach Angabe vieler Hydrotherapeuten nach einigen Wochen mit Frost und beschleunigtem Puls Fiebertemperatur ein (Badefieber), das aber durch mehrtägiges Aussetzen der Behandlung oder durch ein lauwarmes Bad rasch schwindet.

Einfluss lauer Bäder auf die Körpertemperatur. Im früh morgens ½ Stunde dauernden lauen Bade fand G. v. Liebig, dass die Temperatur nach einem kurzen Ansteigen in und nach dem lauen Bade sinkt, um einige Zeit nachher über die Norm zu steigen und dann erst wieder zu ihr zurückzukehren.

Bäder von der Körperwärme nachstehender indifferenter Temperatur veranlassen nach Liebermeister keinen grösseren Wärmeverlust, als ihn jeder normale, warm angekleidete Mensch hat, verändern demnach weder Wärmebildung noch -abgabe in irgend einer Weise.

Einfluss hoher Wärmegrade (von 37° C. und darüber) auf die Körpertemperatur. Da im Körper unausgesetzt wärmebildende Processe stattfinden, so muss, wenn nach aussen nicht Wärme abgegeben werden kann, eine fortwährende Steigerung der Körpertemperatur eintreten, und zwar am raschesten,

wenn ausserdem auch noch Wärme dem Körper von aussen zugeführt wird.

Am auffallendsten zeigt sich dies in sehr warmen Wasserbädern, deren Hitze schon bei 40° C. unerträglich ist und bei 37° C. bereits eine starke Steigerung der Körpertemperatur um 1—4° C. bewirken kann, obwohl durch die Athmung und von dem nicht untergetauchten Kopf in die umgebende kühlere Luft noch Wärme abgegeben wird (Liebermeister).

Aehnlich, wenn auch nicht in demselben hohen Grade, wirkt der Aufenthalt in feuchter heisser Luft oder in Dampfbädern. Bei solchen Bädern von einer der Körpertemperatur gleichen oder noch höheren Wärme steigt die Innenwärme zuerst langsam, bis die peripherischen Theile ordentlich durchgewärmt sind, dann aber immer rascher. Bei einem in Dampfbädern von 51—53° C. verweilenden Manne sahen Bartels und Jürgensen die Mastdarmtemperatur in 10 Minuten von 38° auf 40,4° und in 30 Minuten ein anderes mal von 38° auf 41,6° steigen. Ein Steigen um mehrere Zehntel Grad beobachtete Liebermeister schon bei Dampfbädern von 33° bis 34° C.

Ist dagegen die Luft trockenheiss, dann können in Folge des Wärmeverlustes durch den verdunstenden Schweiss und in Folge der geringen Wärmecapacität der Luft, welche nur $^1/_{3000}$ eines gleichen Volumens Wasser ist, endlich in Folge der geringen Wärmeleitungsfähigkeit der Körpergewebe ganz unglaubliche Temperaturgrade vertragen werden, ohne dass eine so starke Steigerung der Körperwärme eintritt, wie bei den oben erwähnten viel niedereren Temperaturen heisser Wasserbäder. Fordyce und Blagden, Dobson blieben 10—20 Minuten in Räumen, deren Temperatur 70°, 99°, 106°, ja 127° C. betrug, also höher war, wie die des siedenden Wassers und in denen Eier in 10 Minuten hart wurden, Wachs schmolz und Wasser zum lebhaften Sieden kam, wenn es mit einer Oelschicht bedeckt wurde. Dabei stieg die Körpertemperatur um höchstens 2° C. Bei 127° C. fühlte sich die Luft zwar sehr heiss an, doch hatte der Beobachter das Gefühl, als ob er noch grössere Hitze ertragen könne; nur die bewegte heisse Luft z. B. mittelst Blasbalgs angeblasen war unerträglich.

Die Grösse der Wärmeproduction des Körpers in heissen Bädern ist noch nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit festgestellt. Die bis jetzt vorliegenden calorimetrischen Beobachtungen sprechen zwar dafür, dass im heissen Bade bei der hierdurch bewirkten Steigerung der Körperwärme auch eine Zunahme, bei nicht gesteigerter dagegen eine Abnahme der Wärmeproduction stattfindet (Liebermeister, Kerner). Damit stimmt allerdings die Behauptung nicht, dass, je geringer der Wärmeverlust des Körpers ist, um so weniger lebhaft die Oxydationsprocesse in demselben vor sich gehen.

Theorie des Verhaltens der Körpertemperatur gegen thermische Einflüsse.

Ueber die Theorie des Verhaltens der Körpertemperatur gegen äussere Einflüsse sind die Acten noch nicht geschlossen. Folgendes sind die gegenwärtig von den meisten Forschern angenommenen Hauptsätze:

Die Eigenwärme der warmblütigen Thiere und der Menschen ist keineswegs, wie man eine Zeit lang glaubte, eine ganz constante; selbst bei vollständiger Gesundheit treten je nach äusseren Verhältnissen, je nach der Temperatur der Umgebung und je nach den stattfindenden Körperbewegungen ziemlich starke Schwankungen auf. Beim Haushunde bzw. dessen verschiedenen Raçen schwankt die Normaltemperatur um 3° C.; man findet bei denselben Temperaturen zwischen 38,0—40,3° C. und darüber, offenbar in Folge der grossen Verschiedenheit in der Dichte und Länge der Haare, in der Dicke des Unterhautzellgewebes, in der Schlankheit des Körpers, der Länge der Beine. Beim Menschen zeigen sich nur in sofern geringere Schwankungen, als derselbe in seiner Kleidung, Wohnung, Nahrung und Bewegung eine Unmasse äusserer Regulatoren besitzt, die er je nach der äusseren Temperatur in der verschiedensten Weise zu modificiren vermag. Einen grossen Unterschied allerdings macht die von Jugend an getriebene Abhärtung. Bei einem nackten civilisirten Menschen sinkt in warmen Zimmern, selbst schon bei 28° C. die Körpertemperatur (Senator) und es kann in Folge dessen Erkrankung eintreten, während ein Wilder (Feuerländer) selbst einem Schneegestöber und eiskaltem Wetter beinahe nackt ungestraft Trotz bietet und dabei sogar im Freien schlafen kann (Darwin).

Nur insofern zeigt sich demnach eine gewisse Constanz der Eigenwärme, als sie nach allen Schwankungen immer wieder zu einem und demselben mittleren Grade zurückkehrt. Und diese Constanz ist bedingt durch eine Einrichtung des warmblütigen Organismus, je nach den Verhältnissen mehr oder weniger Wärme ausstrahlen lassen zu können, sowie mehr oder weniger Wärme zu produciren. Bei kalter Umgebungstemperatur ziehen sich die Hautgefässe zusammen, wird die Haut blutleer und strahlt sonach weniger Wärme aus, da die Erneuerung des körperwarmen Blutes in den äusseren Körperschichten aufgehört hat und letztere selbst schlechte Wärmeleiter sind; andererseits steigt die Wärmeproduction. Bei warmer Umgebungstemperatur steigt umgekehrt in Folge stärkerer Blutdurchströmung der Haut und reichlicher Schweissbildung die Wärmeabgabe. Jedenfalls aber ist die Zunahme der Wärmebildung und -ausstrahlung von grösserer Wichtigkeit für die Regulirung der Körpertemperatur, als die Abnahme beider Vorgänge; namentlich ist eine Einschränkung des ersteren Vorganges in viel

geringerem Maasse durchführbar, weil die Verbrennungsprocesse im Organismus keine vollständige Unterbrechung erleiden können. Auch ist trotz eines vollständigen Verschlusses der Hautblutbahnen ein fortwährender Wärmeverlust durch die Haut nicht zu umgehen.

Abhängig ist die Wärmeregulation wahrscheinlich von 2 Nervengruppen: die Wärmeausgabe von den Gefässnerven und deren Centrum, die Wärmeerzeugung von den Muskelnerven und einem zu diesen gehörigen Wärmecentrum. Die Orte des lebhaftesten Verbrennungsprocesses, namentlich die Muskeln und sodann drüsige Organe sind von letzteren abhängig. Beide obengenannten Regulationscentra sind durchaus der Willkür entzogen und werden nur von sensiblen Nervenbahnen aus (also reflectorisch) in Erregung versetzt und in Erregung erhalten. Beide sind schon gegen geringe Temperaturschwankungen sehr empfindlich, haben eine innige Wechselbeziehung mit einander und werden durch gleiche äussere Temperaturen in gleichem Sinne beeinflusst, nämlich durch Kälte erregt, durch Wärme erschlafft. In Folge des Kältereizes auf die Haut tritt eine Reizung des vasomotorischen Centrums, Verengerung der Hautgefässe, Verminderung der Wärmeausstrahlung und gleichzeitig Reizung des Wärmecentrums und der von diesem abhängigen Muskelnerven, stärkere Verbrennung in der Musculatur, erhöhte Wärmebildung ein. Umgekehrt entsteht bei Wärmeeinwirkung eine Erschlaffung der Gefässnerven, stärkere Füllung der Hautgefässe, vermehrte Wärmeausstrahlung und gleichzeitig in Folge Erschlaffung der Muskelnerven ein Sinken der wärmebildenden Processe in den Muskeln (Röhrig und Zuntz, Naunyn und Quincke, Samuel).

Folgende hauptsächliche Thatsachen ausser den bereits unter dem Capitel der Einwirkung äusserer Temperaturen auf die Eigenwärme angeführten sprechen für die obige Auffassung: 1) Ein Thier verliert nach Durchschneidung des Rückenmarks das Vermögen der Wärmeregelung vollständig, so dass selbst durch geringfügige Temperaturveränderungen der Umgebung, welche die Eigenwärme eines gesunden Thieres nicht um $^1/_{10}{}^0$ ändern würden, seine Eigenwärme nach Belieben herabgesetzt oder gesteigert werden kann; bei grossem Wärmeverlust sinkt dieselbe, bei geringem steigt sie oft selbst bis zur tödtlichen Höhe (Naunyn und Quincke). Dies spricht unzweifelhaft für das Vorhandensein von Regulationscentren im Gehirn und namentlich von die Wärmebildung erregenden. 2) Bei grossen Thieren und bei Menschen hat man nach Rückenmarkstrennung, bei letzteren auch bei schweren Gehirnverletzungen und -erkrankungen und dadurch bedingter Gehirnlähmung öfters unter gewöhnlicher Lufttemperatur ein starkes Ansteigen der Eigenwärme bis zu 40° C. beobachtet (Naunyn, Quincke u. A.) Andererseits beobachtete man bei Reizungszuständen des Gehirns bedeutendes Sinken der Körperwärme. Tscheschichin, Schreiber beobachteten nach Abtrennung des verlängerten Marks von dem Pons ein starkes

Ansteigen der Körperwärme unter Umständen, in welchen sonst allmäliges Sinken derselben eintritt, und bei kleinen Thieren, deren Temperatur durch eine einfache Rückenmarksdurchschneidung schnell erniedrigt worden wäre. Diese Thatsachen sprechen sämmtlich für das Vorhandensein eines die Wärmebildung hemmenden, moderirenden Centrums. 3) Für die Muskulatur als Wärmeherd spricht zunächst die sichere Thatsache, dass der Muskel bei Arbeit, Zuckung und Krampf sich erwärmt, bei Tetanus um 5° C. (Helmholtz, Breschet und Bequerel, Leyden, Fick); ferner die allerdings vielfach widersprochene Thatsache, dass nach Lähmung der Muskelnervenendigungen durch Curare die Körperwärme und der Stoffwechsel ausserordentlich sinkt (Röhrig und Zuntz); endlich die Beobachtungen Samuels, dass nach Ausschaltung grösserer Muskelmassen durch Unterbindung der blutzuführenden Arterien oder Durchschneidung der Muskelnerven Thiere in nicht sehr niedrigen Lufttemperaturen nicht mehr zu leben fähig sind, sondern unter schnellerem Abfall der Eigenwärme, sowie unter den Erscheinungen des Erfrierens sterben.

4) Einfluss von kurz- und langeinwirkender Kälte und Wärme auf Ernährung, Stoffwechsel und Ausscheidungen.

Verdauungscanal und Ernährung. In der Kälte wächst in Folge der gesteigerten Verbrennung der Körpersubstrate, in Folge der Blutdrucksteigerung und rascheren Durchströmung der Organe, sowie wegen der stärkeren Zuströmung des Blutes gegen die inneren, namentlich Unterleibsorgane der Appetit und die Verdauungskraft (vermehrte Absonderung der Magen-Darmsäfte); und sinkt in Folge der herabgesetzten Hautausdünstung der Durst. Da gleichzeitig am liebsten Fett und albuminöse Nahrung in der Kälte genossen wird, so werden hierdurch mehrere Fliegen auf einen Schlag getroffen: es wird dem Körper das zweckmässigste Verbrennungsmaterial, das Fett, dargeboten und er braucht von seinen eigenen Theilen weniger zu verbrennen, und andererseits bildet sich eine tüchtige Fettschicht unter der Haut, in Folge deren (das Fett ist ein schlechter Wärmeleiter) der Wärmeverlust durch Ausstrahlung wesentlich gemindert wird.

In der Wärme umgekehrt sinkt der Appetit und steigt das Durstgefühl. Der in Folge geringerer Nahrungsaufnahme magere Mensch strahlt leichter Wärme aus; das viele kalte Trinken in Folge des Durstes und die Schweissverdunstung sind weitere temperaturerniedrigende Momente.

Bei gesunden Menschen und Thieren fanden Liebermeister, Röhrig und Zuntz, Pflüger und seine Schüler, Herzog Carl Theodor während und eine Zeit lang nach dem kalten Bade und nach anderen Kälteeinwirkungen, so lange die Körpertemperatur nicht gesunken war, mit vermehrter Wärmeproduction Hand in

Hand gehen vermehrte Sauerstoffaufnahme, vermehrte Kohlensäurebildung und Kohlensäureabgabe. Erst 20—25 Minuten nach dem Bade gehen compensatorisch alle diese Processe unter die Norm herunter. Ganz die gleichen Veränderungen wies Schröder für kaltgebadene Fieberkranke nach.

Wird dagegen durch zulange Badedauer oder durch zu niedere Temperaturgrade des Wassers die Körpertemperatur herabgesetzt, dann geht ganz im Verhältniss dazu auch die Sauerstoffaufnahme, Kohlensäurebildung und -ausgabe zurück.

Auch Einwirkung warmer und heisser Bäder wirkt (nach Pflüger und seinen Schülern Colasanti, Finkler) herabsetzend auf Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe, so lange die Körpertemperatur dadurch nicht gesteigert wird: dann aber tritt umgekehrt wieder eine Steigerung aller dieser Processe ein.

Ganz parallel den obengenannten Einwirkungen geht Steigerung und Verminderung des Fettumsatzes im Körper (Voit).

Der Eiweiss-Stoffwechsel scheint weder durch kalte, noch durch warme Bäder wesentlich verändert zu werden, so lange wenigstens die Körpertemperatur nicht wesentliche Aenderungen erleidet. Sinkt dagegen durch die angewendeten Bäder die Körpertemperatur, dann nimmt auch mit dem Fett- der Eiweisszerfall ab (Voit); steigt die Eigenwärme, dann steigt auch der Eiweisszerfall (Schleich). Auch bei Fieberkranken zeigt Schröder, dass gleichzeitig mit dem durch kalte Bäder bedingten Temperaturabfall eine Verminderung des Eiweisszerfalles und damit der Harnstoffausscheidung eintritt. Ob die gegentheiligen Beobachtungen, welche Bauer und Künstle an Fiebernden gemacht haben, nämlich, dass gleichzeitig mit einer Herabsetzung des Fiebers durch Chinin oder Kälte die Harnstoffausscheidung in die Höhe gehe, nicht anders gedeutet werden müssen, wird wohl die nächste Zeit lehren.

Kalte Bäder vermehren demnach nur den Fett-, nicht den Eiweissumsatz; warme und heisse können beide steigern.

Bei wochenlang dauernden Curen mit kalten Bädern sinkt nach den Angaben vieler Hydropathen bei Personen, welche noch nicht an Kältebehandlung gewöhnt sind, in den ersten Wochen das Körpergewicht, wahrscheinlich weil der raschere Stoffverbrauch noch nicht durch reichliches Essen gedeckt wird. Von der dritten Woche aber müsse das Körpergewicht zu steigen beginnen; bei wem dies nicht der Fall sei, der dürfe die Kältebehandlung nicht fortsetzen.

Die Ausscheidungen. Während der Körper im Bade liegt, hört die Wasserverdunstung durch die Haut vollständig auf, um nach demselben zu steigen; letzteres in Folge der Reinigung und Freimachung der Hautdrüsenausführungsgänge, in Folge des reactiven stärkeren Blutzustroms zur Haut. In heissen Luftbädern, Dampfbädern u. s. w. kann dagegen während des Aufenthalts die Schweissbildung so angeregt werden, dass die Haut förmlich in

Schweiss zerfliesst und der Körper in 30—40 Minuten 500—950 Grm. und darüber von seinem Gewicht verliert. Durch Fortsetzung des Schwitzens nach solchen heissen Einwirkungen kann man 2000 und darüber Grm. Schweiss absondern.

Die Urinausscheidung wächst nach Kälteanwendung auf die Haut z. B. in Folge der verminderten Hautausdünstung und der Congestion des Blutes nach den inneren Organen, speciell den Nieren zum Theil durch nervöse Einflüsse. Die Congestion zu den Nieren kann in sehr kalten Bädern und überhaupt nach Erkältungen so hochgradig werden, dass vorübergehendes Eiweissharnen auftritt. Nach den Untersuchungen von C. Müller an Thieren steigt bei Kälteeinwirkung auf die Haut die Harnabsonderung in 1 Minute von 22 auf 33 Tropfen. Bei schweisstreibenden Bädern sinkt entsprechend der Menge des abgesonderten Schweisses die Harnmenge.

Nach kalten Bädern sinkt, nach heissen steigt das specifische Gewicht des Harns.

Therapeutische Verwerthung des kalten und warmen Wassers.

In der Hydrotherapie wiederholt sich der alte Jammer der kritiklosen Begeisterung ihrer Anhänger, welche in Folge des engen den einzelnen Menschen verliehenen Gesichtskreises jeder auch noch so verschiedenen Heilmethode anklebt. Nicht weniger, wie der frühere einzig receptschreibende Arzt stolz war auf seine in ihren Wirkungen ihm selbst geheimnissvollen Arzneien, sah der Wasserdoctor voll erhobenen Selbstgefühls auf seine Universalmedicin, auf das ihm in seinen Wirkungen nicht mehr und besser bekannte Wasser. Wie Jener alle Krankheiten ohne Ausnahme mit seinen verschiedenen Arzneien, so glaubte Dieser alle Krankheiten mit seinem in verschiedener Weise angewendeten Wasser curiren zu können. Die Verachtung, mit welcher beide Parteien einander behandelten, war eine gleich grosse. Der Hydrotherapeut erzählte lauter Heilungen durch Wasser von Krankheiten, an denen die gewöhnlichen Receptdoctoren Jahre lang ohne Erfolg herumcurirt hatten; der Andere berichtet über die durch unvernünftige Wassercuren angerichtete Leibesschäden, die seine Arzneien erst wieder beseitigen mussten. Dabei hatten beide Parteien natürlich gleich wenig wissenschaftliche Einsicht in die Art und Weise der Heilung, und gleich viel Sanguinismus in der Beurtheilung der Fälle. Wie von den Arzneidoctoren jeder seine Lieblingsmittel hatte, welche er mit Vorliebe, aber ohne zureichende Gründe gebraucht, so wendete von den Wasserdoctoren der Eine das kalte Wasser in Form von Douchen oder von Wicklungen, ein Anderer das warme Wasser an, und wunderbarer Weise, in jeder verschiedenen Manier heilten die Krankheiten gleich schnell und sicher.

Endlich wie der Arzneidoctor alle möglichen Recepturkünsteleien zu seiner und seiner Kranken Abwechslung erfindet und seine Arzneien in den verschiedenartigsten und -farbigsten Mixtürchen, Sälbchen, Pflästerchen u. s. w. beibringt; so erfanden die Wasserheilkünstler die verschiedensten Anwendungsweisen ihres Wassers in Douchen, Brausen, Spritzen, Wickeln, in Halb- und Vollbädern, in Dampf-, Warm-, römisch-irischen, türkischen, russischen u. s. w. Bädern; und Beider Mannigfaltigkeit vermehrte natürlich immer mehr die an und für sich schon gewaltige Verwirrung auf diesen zum Theil vom Instinkt, zum Theil vom Aberwitz geleiteten Gebieten.

Das Züngchen der Waage, welche die Wahrheit in der Hand hält, neigte sich übrigens schon in jener für alle Theile noch dunklen Zeit auf die Seite der Hydrotherapeuten; denn sie hatten bei ihrer Curmethode ähnlich wie die Homöopathen vor den damaligen Arzneidoctoren den ungemeinen Vortheil, dass sie deren lächerliche und wahnsinnige Arzneigemische und quälende Behandlungsmethoden bei Seite lassen konnten. Auch ohne Wasser und ohne Streukügelchen mussten ihre Kranken schon aus diesem Grunde allein besser und schneller gesunden, als die anderen, denen man entweder alles Blut ausliess, oder die man mit marternden Salben einrieb, oder Magen und Eingeweide herausbrechen und -purgiren liess, oder denen man die ekelhaften Excremente und Secrete verschiedener Thiere verabreichte. Auch fällt beim Lesen der alten Wasserschriften der wohlthuende Gegensatz auf, der in ihren diätetischen Vorschriften herrscht gegenüber dem Hocuspocus der damaligen alt, hochmüthig und dumm gewordenen Arzneigelehrsamkeit.

Im Uebrigen brach sowohl für die letztere, wie für die erstere gleichzeitig der Uebergang zu einer wissenschaftlich correcteren Betrachtungs- und Behandlungsweise an, und gegenwärtig sind dem rationellen modernen Arzte Wasser und Arznei gleichwerthige Heilpotenzen. Einen festen wissenschaftlichen exacten Boden allerdings hat in der Hydrotherapie bis jetzt nur die örtliche Anwendung der Kälte gegen Entzündungen u. s. w. und die Anwendung in fieberhaften Krankheiten gewonnen; auf allen übrigen Gebieten, also namentlich in chronischen Krankheiten macht sich immer noch eine rohe Empirie breit, eingehüllt in die verschiedensten luftigen Theorien und Hypothesen; jede hydriatische Behandlungsmethode ist noch in gleicher Weise gestützt durch beweislose Krankengeschichten, und jede verlangt in Ermangelung sicherer Grundlage ausdrücklich „die individualisirende Kunst des scharfblickenden Arztes“. Die rationellsten modernen Hydrotherapeuten, allen voran Runge, und diesem sich anschliessend Winternitz, nehmen daher unter Verwerfung der alten roh empirischen hydriatischen Receptur (d. h. einer für eine jede Krankheit scheinbar bestimmt angegebenen eigenartigen Wasserheilmethode) einen durchaus radi-

calen Standpunkt ein. Wir werden denselben in der Einleitung zur hydriatischen Behandlung der chronischen Krankheiten näher darlegen. Ich selbst lege den Schwerpunkt meiner hydrotherapeutischen Betrachtungen auf die Vermeidung der Einseitigkeit, über der hydriatischen Behandlung die ebenfalls bewährten und unentbehrlichen anderen Heilpotenzen vergessen zu lassen; ebenso werde ich versuchen, am geeigneten Orte immer hervorzuheben, wo durch andere Verfahrungsweisen ebenso gute oder bessere Erfolge mit geringerer Umständlichkeit erzielt werden.

Oertliche hydriatische Behandlung acuter Krankheiten.

Entzündungen, Wunden, Geschwüre, Blutüberfüllungen. Es ist im physiologischen Theil (S. 113) bereits auseinandergesetzt worden, dass man bis in eine ziemliche Tiefe die Körpertemperatur durch locale Kälte- und Wärmeapplication zu verändern vermag. Ferner ist schon lange bekannt, dass Entzündungen in der Kälte in geringerer Intensität auftreten und besser verlaufen in Folge von Verminderung und Herabsetzung der Intensität der Stoffwechselvorgänge, der Eiterung, der Gährung und Fäulniss, sowie der Entwicklung niedrigster Organismen. Es hat daher die permanente Wasserbehandlung (in Form von Ueberschlägen, Eisbeuteln, Wasserbädern, Irrigationen u. s. w.) schon seit alter Zeit gute Erfolge erzielt bei allen möglichen Entzündungen, bei Quetschungen, Wunden, bei hartnäckigen Geschwüren der verschiedensten Natur, bei Verbrennungen, bei Knocheneiterungen, hartnäckigen Fistelbildungen, Erfolge, die sich, wie Winternitz übertreibend meint, zum Theil fast mit den der modernen antiseptischen Behandlungsmethoden messen können. Doch ist bis jetzt noch keine allgemein gültige Norm der hydriatischen Behandlung zum Durchbruch gekommen. Nur weiss man bereits, dass eine mässige Anwendung feuchter Kälte nützlich ist, zu extreme Kältegrade dagegen durch vollständige Blutstauung oder Gangrän sogar wesentliche Nachtheile bringen können.

Wie mir scheint mit Recht verwirft Winternitz die örtliche, bezw. die zulange dauernde Anwendung starker Kälte z. B. von Eisbeuteln und Eiscompresse unmittelbar auf den entzündeten Theil, weil ja in Folge langer Kältewirkung eine Erschlaffung der Gefässe und eine noch stärkere Stau-Blutüberfüllung an der entzündeten Stelle eintreten würde (vgl. S. 106). Derselbe lässt die entzündete Stelle, um Hitze und Schmerz zu lindern, nur kühl halten, durch eine in Wasser (von 10—15° C.) getauchte und um die betreffende Stelle gewundene Binde, die tagelang unverrückt liegen bleibt, und von Zeit zu Zeit durch zartes Aufdrücken eines mit Wasser gefüllten Schwammes nass erhalten wird. Ein solcher Verband hält sich gut in seiner Lage, das Wasser ver-

dampft fortwährend und kühlt dadurch die unter den Binden befindlichen Theile; die mässig kühle Temperatur bleibt immer gleichmässig und es wird der der früheren Manier, immer von Neuem kalte Compression aufzulegen und dadurch einen die Heilung aufhaltenden steten Wechsel von Wärme und Kälte zu erzeugen, anklebende Nachtheil ganz vermieden. Dagegen wird man, wo es die Lage des kranken Theiles gestattet, durch einen Eisumschlag central von der entzündeten Stelle auf dem zuleitenden Blutgefässstamm eine viel eingreifendere Antiplogose zu Stande bringen, dadurch, dass in Folge des Kältereizes die zuführenden Arterienstämme sich verengern, also weniger und kühleres Blut zur entzündeten Stelle dringen lassen. Nach Winternitz lässt auf letztere Behandlungsweise allein schon der Schmerz, die Schwellung, Röthe und Spannung wesentlich nach, sinkt die Temperatur und werden die Ernährungsverhältnisse im kranken Theil den normalen ähnlich. Derselbe empfiehlt dieses Verfahren bei allen möglichen Hautentzündungen, ferner Wunden, nicht nur der Haut, sondern auch bei mit Knochenerkrankungen, Periostitis, Necrose complicirten, namentlich aber bei Verbrennungen und Brandwunden und auch anderweitigen Hautgeschwüren. Die oft enorme Schmerzhaftigkeit der Brandwunden wird schon allein wesentlich vermindert, wenn man es vermeidet, die Wunde der Luft auszusetzen. Man bedeckt die Wunde zunächst nur mit einer einfachen, feuchten Leinwandschichte, die nie abgenommen und bei profusen Eiterungen nur mittelst eines Irrigators mit kühlem Wasser von Zeit zu Zeit abgespritzt wird, sonst aber mit dem übrigen Verband möglichst lange bedeckt bleibt. Ist die Eiterung nicht gross, so bleibt sogar auch der letztere Verband länger liegen und wird nur mit kühlem Wasser beträufelt, sobald er sich zu erwärmen beginnt. Bei sehr ausgebreiteten Verbrennungen ersten, zweiten oder dritten Grades wickelt man den Kranken fast ganz in rollbindenartig zusammengelegte Leinenstreifen möglichst glatt und faltenlos ein, oder umhüllt denselben ganz mit einem feuchten feinen Leintuch; um dieses kommen einige gröbere Leintücher, sodann eine impermeable Schicht von Kautschukleinwand oder Guttaperchapapier und hierauf eine Wolldecke. So lange die Schmerzen sehr heftig, die Körpertemperatur sehr erhöht ist, werden die Kautschuk- und Wolldecken nicht über dem Kranken geschlossen und die Leintücher öfters mit kaltem Wasser irrigirt, namentlich an den schmerzenden Stellen, aber stets ohne Wechsel der Bedeckungen. Erst nach eingetretener Abkühlung des Körpers werden auch die äusseren Decken ganz über dem Verbrannten zusammengefaltet. Zu starke Kälte anzuwenden ist nicht rathsam, da dieselbe wenigstens im Beginne selbst Schmerz erregt; es genügen für das berieselnde Wasser Temperaturen zwischen 10—17° C., die niedrigeren bei hoher, die höheren bei geringerer Schmerzhaftigkeit.

Die Kälte muss demnach bei Verbrennungen zeitig genug, lange genug, ununterbrochen, in einem mässigen Grade und auf obige zweckmässige Weise angewendet werden.

Es mögen noch einige die hydriatische Methode illustrirende Beispiele von Entzündungen derjenigen Organe folgen, bei welchen dieselbe am häufigsten angewendet wird.

Hyperämie des Gehirns, hyperämischer Kopfschmerz, Entzündung des Gehirns und seiner Häute werden bereits seit langer Zeit unter grosser Nutzwirkung: Besserung der Symptome, der Benommenheit, der Kopfschmerzen u. s. w. örtlich und allgemein mit Kälte behandelt, aber von verschiedenen Aerzten in verschiedenster Weise: örtlich mit Eisbeuteln, kalten Douchen, kalten Begiessungen oder Beträufelungen auf den Kopf oder auf den Nacken, allgemein mit kalten Klystieren, kalten Voll-, Halb- und Sturzbädern; für den grossen Nutzen der letztereren bei allen möglichen schweren Gehirnerscheinungen, seien sie durch allgemeine Infection oder durch locale Entzündung bedingt, bringt Rohrer viele Belege.

Winternitz hat diese verschiedenen Verfahrungsweisen folgender eingehenden Kritik unterzogen. Es kann durch die verhältnissmässig dünne Schädeldecke hindurch, nach Entfernung zu dichter Haarmassen Kälte jedenfalls sehr leicht in das Innere des Schädels hinein abkühlend wirken, aber mehr auf die Gehirnhäute und die Oberfläche des Gehirns, als auf die Tiefe desselben, welche durch den fortwährenden Zufluss des warmen Blutes (in einem wegen der starren Wandungen keinen grossen Schwankungen unterworfenen Adersystem) vor zu starker Abkühlung geschützt ist. Es können Kranke wochenlang Eisbeutel auf dem Kopfe ertragen ohne wesentliche Störung der Gehirnfunctionen, was nicht möglich wäre, wenn eine starke Temperaturherabsetzung des Gehirns eintrete. Es spricht hingegen für eine tüchtige Einwirkung der Kälte auf die Gehirnhäute der Nachlass der meisten Gehirnhaut — d. i. Kopfschmerzen auf kalte Umschläge. Jedoch sind, wie schon Esmarch hervorgehoben, die gebräuchlichen Umschläge ebenso wenig zweckmässig zur Behandlung obengenannter Krankheitszustände, wie die gleich beliebten Eisbeutel. Wenn die ersteren nicht häufig gewechselt werden, so nehmen sie die Temperatur des Körpers an und vermehren sogar die Hitze in Folge der verminderten Wärmeausstrahlung: der immer neu erfolgende Wechsel auf der anderen Seite wirkt meist reizend und kann die Entzündung steigern, statt sie zu vermindern. Die Eisbeutel sind zwar den kalten Umschlägen vorzuziehen, haben aber den Nachtheil zu grosser Schwere, einer zu engbegrenzten und an dieser beschränkten Stelle zu intensiven Wirkung.

Winternitz empfiehlt daher die Anwendung entweder eines einfachen kühlen feuchten Umschlags mit aufgesetztem Eis-

beutel, durch welche Combination die meisten der genannten Nachtheile der Einzelanwendung hinwegfallen müssten, oder noch mehr die von ihm angegebene über den kühlen Umschlag gestülpte Kühlkappe, durch welche ein beständiger und regulirbarer Strom kalten Wassers läuft, und welche daher ohne besondere Anforderungen an das Wartpersonal Tag und Nacht ohne Störung von Schlaf, ohne Belästigung durch Schwere u. s. w. den Kopfumschlag kühl erhalte.

Warum Winternitz nicht durch Kälteeinwirkung auf die Carotiden mittelst seiner Halscravatte auf die obengenannten Krankheitszustände im Schädel einzuwirken sucht, nachdem er doch einen günstigen Einfluss auf die Circulation in der Schädelhöhle wahrscheinlich gemacht hat, wird von ihm nicht angegeben.

Ich bemerke noch, dass nach meinen Erfahrungen in einer Anzahl von schweren Fällen mit Kälte allein doch nur langsamere Erfolge erzielt werden, als wenn gleichzeitig noch antipyretische Medicamente und Ableitungen auf den Darm durch Klystiere und Mittelsalze und unter Umständen auch örtliche und allgemeine Blutentziehungen mitverbunden werden. Auch darf man nicht vergessen, in complicirenden Fällen von Herz- und Lungenkrankheiten, von Herzschwäche, Collapsus die hiergegen geeignete Medication einzuschlagen.

Rachen-, Kehlkopf-, Mandelentzündung. Auch diese Krankheiten, bei denen man früher viel auf das Warmhalten hielt, sind allmälig mit immer grösserem Vortheil in den Bereich des kalten Wassers gefallen und werden jetzt allgemein mit kalten Umschlägen auf die entzündete Gegend des Halses, kalten Wassergurgelungen, Schnullen und Schlucken kleiner Eisstückchen behandelt. Doch war man darüber nicht im Klaren, wie lange die Kälteapplication zu dauern habe, wie stark dieselbe sein müsse, und hat deshalb durch zu lange Kälteeinwirkung meiner festen Ueberzeugung nach sehr häufig geschadet. Ich halte mit Winternitz dafür, dass in frischen Fällen die Application eines gleichmässig kalt bleibenden und in seiner Temperatur nicht fortwährendem Wechsel unterworfenen kalten Umschlags am zweckmässigsten (man kann damit Gurgelungen mit kaltem Wasser verbinden), aber nicht länger, wie einige Stunden, höchstens ½ Tag zu belassen ist, gerade so lange, als sie meistens hinreicht, um die acute Entzündung, die Schwellung und Schmerzhaftigkeit zu heben. Am zweckmässigsten geschieht dies durch Auflegen einer kalten feuchten Compresse über die ganze vordere und seitliche Halsgegend bis zum Ohrläppchen hinauf, über welche zuerst eine Lage Kautschukpapier und auf diese in passender Weise Eissäckchen befestigt werden. Auch mit der von Winternitz angegebenen, von kaltem Wasser durchströmten Kautschukcravatte kann dasselbe in genügender, wenn auch etwas umständlicher Weise erreicht werden. Nach der genannten Zeit aber muss man den kalten Umschlag

mit einem erregenden vertauschen, um den Ablauf der Entzündung (Resorption oder Eiterbildung) durch Erleichterung und Freimachung der Circulation zu fördern. Nach Winternitz geht man sogar zur Zeit einer noch ansteigenden Halsentzündung nicht fehl, wenn man solche erregende Umschläge verwendet und thut jedenfalls besser daran, als wenn man etwa die Kälteeinwirkung zu lange unterhält. Die erregenden Umschläge werden am besten so eingerichtet, dass unmittelbar und luftdicht auf die Haut ein nicht zu nasses, kaltes zusammengefaltetes Tuch gut schliessend um den Hals gelegt und mit einem trockenen Leinwand- oder Flanellverband (weniger zweckmässig mit Kautschukpapier und einem zweiten Tuch) bedeckt wird; mit der Erneuerung des kühlen Umschlags wartet man, bis der vorherige trocken geworden ist.

Ich kann nicht umhin, hier nachdrücklich hervorzuheben, dass directe Bepinselungen der frisch entzündeten Schleimhaut mit einer 3—4 procentigen Höllensteinlösung viel rascher und sicherer die Entzündung coupiren, als die Kälte allein, und deshalb jedenfalls mit ihrer Anwendung zu verbinden sind. Bei gleichzeitig vorhandenem Fieber kürzen grössere Chinin- und Natriumsalicylicumgaben die Krankheitsdauer wesentlich ab.

Bei der croupösen Kehlkopfentzündung hat deren bei jeder bis jetzt vorgeschlagenen Methode meist gleich traurige Ausgang schliesslich dazu geführt, auch das kalte Wasser zu versuchen. Zuerst nur mit einer gewissen Aengstlichkeit, allmälig immer kühner werdend hat man seit dem Vorgang Harder's (1821) das kalte Wasser in jeder denkbaren Weise angewendet, in Form von kalten Bädern, kalten Uebergiessungen, Abreibungen, örtlichen wie allgemeinen Einwickelungen (Harder, Landa, Fischer, Schindler, Bartels, Pingler, Winternitz u. A.), und die Literatur hat bereits eine ganze Zahl von in dieser Weise gelungenen glücklichen Curen des Kehlkopfcroup zu verzeichnen. Ob die angegebenen Fälle nicht auch in anderer Weise gleich gut geheilt wären, dafür ist natürlich der Beweis schwer zu führen. Jedoch habe ich durch meine eigenen Erfahrungen in der That ebenfalls den Eindruck bekommen, als wenn in Verbindung mit einer energischen hydriatischen Behandlung die Croupthérapie eine glücklichere sei, als ohne dieselbe. Ich sah drei schwere Croupfälle in dieser Weise genesen, denen ich zufolge früherer Erfahrungen eine absolut letale Prognose hatte stellen müssen. Ich glaube daher, mit gutem Gewissen zu einer Combination der bisher üblichen mit einer hydriatischen Behandlung rathen zu dürfen.

Die Kältebehandlung des Croup hat folgende Wirkungen in nachbezeichneter Weise anzustreben: 1) Einen heftigen Reflexreiz auf das Athmungscentrum und die Inspirationen auszuüben, die paretisch gewordene Muskulatur der Stimmritze, namentlich die Stimmritzenerweiterer, wieder zu Contractionen anzuregen und da-

durch die Stimmritze activ zu erweitern. Dies erreicht sie in vielen Fällen selbst auf das höchste gesteigerter Athemnoth durch Uebergiessen des ganzen Körpers oder nur der Halswirbelsäule mit einem starken Strahl kalten Wassers. Je plötzlicher dieses geschieht, je kälter das Wasser ist (am besten Wasser von etwa 10° C.), je ausgedehntere Körperflächen übergossen werden, um so intensiver ist die Reaction und um so rascher kann die Athmung wieder freier und leichter werden. 2) Sie muss die gesteigerte allgemeine Körpertemperatur, die gesteigerte Pulsfrequenz und damit die Gefahr der drohenden Herzparalyse beseitigen; dieses geschieht entweder schon durch die genannten kalten Uebergiessungen oder durch kalte Bäder oder Einwicklungen in kalte Tücher (Temp. zu 12—15° C.). Um 3) aber auch die mit der Erstickung und dem mangelnden Lufteintritt in die inspiratorisch ausgedehnte Lunge zusammenhängende Congestion gegen die Respirationsorgane zu beseitigen, die Lunge, das Herz und auch das Gehirn von dem angestauten Blut zu entlasten, muss man suchen, das Blut auf ein gewisses Territorium zu vertheilen, namentlich dasselbe in die Haut zu ziehen. Dies erreicht man durch starke und lang fortgesetzte Abreibungen der gesammten Körperhaut, sei es im kalten Bade, sei es mittelst des umgeschlagenen kalten Betttuches; die Haut wird dadurch blutroth und trägt dann auch ihrerseits durch die vermehrte Wärmeausstrahlung noch weiter bei zur Erfüllung der unter 2) genannten Indication. Endlich ist 4) die örtliche Entzündung in den Halsorganen durch eine Zeit lang fortzusetzende kalte, sogar Eisumschläge zu ermässigen und wenn dies gelungeu ist, durch erregende Umschläge zu einem schnelleren Rückgang und zur Abstossung der Membranen zu bringen. — Die genannten, mannigfacher Modification je nach der Individualität des Falles zu unterwerfenden und mit einander zu combinirenden Proceduren müssen wiederholt werden, so oft es die immer wieder eintretende Verschlimmerung erheischt.

Natürlich soll hierbei die Inhalationstherapie, die fortwährende Einathmung von Mischungen von Kalkwasser mit Glycerin, Bromdämpfe u. s. w. und als innerliche Medication Natrium benzoicum in grosser fiebererniedrigender Gabe (10,0) nicht vergessen werden.

Bei Entzündungen der Lunge, bei welchen namentlich Niemeyer noch kalte Umschläge und den Eisbeutel über der erkrankten Stelle als das Seitenstechen in kurzer Zeit wesentlich erleichternd empfohlen hat, hat in Deutschland namentlich in Folge der Empfehlungen von Bartels und Jürgensen die allgemein antipyretische Kältebehandlung (vgl. S. 131) die örtliche immer mehr verdrängt. Doch kann nach meinen Erfahrungen in den Fällen, in welchen die allgemeine Kältebehandlung verweigert wird, die örtliche Behandlung mit Eisblase in Verbindung mit einer medicamentösen Fieberbehandlung (Chinin oder salicylsaures Natrium)

wenigstens als das zweitbeste Verfahren nicht dringend genug empfohlen werden. Auch bei

Entzündungen der Pleura, namentlich in ganz frischen Fällen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass der Eisbeutel nicht nur die Schmerzen vollständig beseitigt, sondern auch wesentlich den Ablauf abkürzt, ja bei consequenter und frühzeitiger Anwendung geradezu coupirt. Ist einmal Exsudation eingetreten, dann ist von der Kälte nicht mehr viel zu erwarten; jedenfalls sind darüber noch keine exacten Beobachtungen vorliegend, ob zwar von verschiedenen Seiten kalte Einwicklungen mit nachfolgendem Abreiben empfohlen worden sind, und hat deshalb die medicamentöse (Morphin gegen das Seitenstechen) und operative Behandlung der pleurischen Exsudate noch ihre volle Geltung.

Bei Pericarditis vermindert eine örtlich aufgelegte Eisblase sehr bald die stürmischen Herzbewegungen, die Schmerzen und die Bangigkeit. Wenn diese Symptome verschwunden sind, thut ein feuchter Verband sehr gut. Im Uebrigen genügt eine hydropathische Behandlung allein nicht und ist man in manchen Fällen gezwungen, gegen den frequenten Puls Digitalis, bei Athmungsnoth und Schlaflosigkeit Morphin anzuwenden; in anderen Fällen ist überhaupt eine irgend wie eingreifende Behandlung gar nicht nöthig.

Allgemeine hydriatische Behandlung fieberhafter Krankheiten.

Das, was früher Einzelne nur geahnt und tastend versucht haben, die Fieberhitze durch Kälteeinwirkung zu mässigen und dadurch die Krankheit zu bessern, hat die neuere Zeit (Brand, Bartels, Jürgensen, Liebermeister, Hagenbach u. A.) durch eine grosse Reihe exacter Untersuchungen zu einer festgefugten therapeutischen Methode erhoben, deren Hauptsätze folgende sind:

1) Die fieberhafte Temperaturerhöhung allein schon schädigt den Organismus schwer durch den rapiden Stoffzerfall und durch Herbeiführung einer parenchymatösen Degeneration in den Geweben der wichtigsten Organe: Gehirn, Herz, Leber, Nieren, Muskeln; ja bei Körpertemperaturen über 42° muss schon in sehr kurzer Zeit der Tod durch Herzlähmung nothwendig eintreten.

2) Herabsetzung der Temperatur allein übt auch bei Fortdauer der durch die Krankheitsursache bedingten pathologischen Veränderungen einen günstigen Einfluss aus auf das allgemeine Befinden, auf den Ablauf der Krankheit, ja ist oft allein im Stande, das durch zu grosse Hitze bedrohte Leben zu retten.

3) Die Herabsetzung der Fiebertemperatur kann man bewirken durch Medicamente, wie Chinin, salicylsaures Natrium u. s. w., indem man mit diesen Mitteln einerseits die Ursache des Fiebers im Organismus, die eingedrungenen niedrigen Organismen vernichtet,

die Oxydationsprocesse in den Zellen selbst heruntersetzt und gleichzeitig wahrscheinlich auch die Ausstrahlung der Wärme von der Haut aus befördert.

4) Die Herabsetzung der Fieberhitze durch Kälte erfolgt in ähnlicher Weise, wie die Herabsetzung der normalen Temperatur durch dasselbe Agens (vgl. S. 116). Der Fiebernde erhält wie der Gesunde seine Körpertemperatur auf einer bestimmten Höhe durch Regelung der Wärmeerzeugung und -ausstrahlung; nur ist seine Temperaturconstanz auf höhere Grade, wie beim Gesunden eingestellt; auch wird dieselbe Abkühlungen gegenüber nicht mit derselben Regulationskraft auf derselben Höhe festgehalten, wie bei einem Gesunden. Es werden daher beim Fiebernden, wie beim Gesunden unter der Einwirkung der Kälte zuerst die Regulationsmechanismen der Wärmeerzeugung in Bewegung gesetzt und die Körpertemperatur bleibt daher eine Zeit lang auf gleicher Höhe, ja kann sogar etwas in die Höhe gehen trotz der gesteigerten Wärmeausstrahlung. Erst nach einiger Zeit, um so schneller, je tiefer die angewendeten Kältegrade, ist die reactive Wärmeproduction nicht mehr im Stande, die Temperaturconstanz aufrecht zu halten; es beginnt jetzt die Fieberhitze abzunehmen und kann nicht nur auf die normale Höhe (37° C.), sondern sogar auch unter dieselbe herab erniedrigt werden. Diese Erniedrigung kann ganz wie beim Gesunden noch während der Kälteeinwirkung oder erst nach derselben (in letzterem Falle durch den Ausgleich der niederen Haut- mit der Innentemperatur) auftreten. Ganz wie beim Gesunden endlich nützen nur starke Kältegrade und es darf daher das Fieber nicht mit halben Kältemaassnahmen, sondern bei nur einigermaassen schweren Fällen mit tiefen Kältegraden (20° C.) behandelt werden. Auch muss bei jeder Wiederkehr der Fieberhitze immer von Neuem zur Wärmeentziehung durch kalte Bäder gegriffen werden.

Einschaltung. Dem gegenüber hat L. Riess in jüngster Zeit nach dem Vorschlage L. Rosenthal's versucht, durch mässige, aber andauernde Körperabkühlung der Temperaturerhöhung entgegenzuwirken. Mit dieser Methode werde vielleicht die regulatorische Reaction vermieden und ausserdem auch die gleichmässige Fortsetzung der Wärmeentziehung (welche sich bei den kalten Bädern verbietet) ermöglicht. Man erreicht nach ihm diesen Zweck am besten durch lang fortgesetzte lauwarme Wasserbäder, deren Temperatur nicht allzuweit unter der normalen Körperwärme liegt, und zwar bei etwa 31° C. (= 25° R.). Die practische Anwendung solcher Bäder beim Menschen sei, trotz scheinbarer Schwierigkeit, sehr gut durchzuführen. Indem man die Kranken auf hängemattenartig ausgebreitete Laken innerhalb der Badewanne lagert, erreicht man fast ausnahmslos, dass dieselben nach Ueberwindung der ersten Unbequemlichkeiten geduldig, oft sehr behaglich halbe, ganze oder selbst viele Tage im Wasser zubringen. Die Erfolge seien bei 48 in dieser Weise behandelten Fällen überraschend gute gewesen. Mit Ausnahme von besonders hartnäckigen und noch im frischesten Stadium befindlichen

Fällen sinke die Körpertemperatur in solchen Bädern meist schnell und erreiche schon nach 12—24 Stunden, oft auch noch früher die Norm. Nach Entfernung aus dem Bade steige die Temperatur in den frischen Stadien des Typhus schnell, später langsamer an, so dass zuerst kurze, dann längere Pausen zwischen den Badeperioden eintreten und letztere allmälig zu mehrstündlichen Bädern sich verkürzen, welche zuletzt nur noch zur Abendzeit anzuwenden sind. Nur in hartnäckigen Fällen, wo trotz des tagelangen Badeaufenthaltes die Temperatur nicht unter 39° C. sank, wurden Abkühlungen des Badewassers auf 22° C. für ½ Stunde oder länger eingeschoben und hierdurch meist schnell weiterer Abfall erreicht. Mit keiner anderen fieberwidrigen Behandlungsart, auch nicht durch die Verbindung von innerlich gereichten Fiebermitteln mit kalten Bädern, namentlich der Salicyl-Bade-Behandlung könne man Erfolge von gleicher Vollkommenheit erzielen. Riess glaubt daher, dass in Bezug auf reine Niedrigerhaltung der Körpertemperatur das lang dauernde lauwarme Bad vor allen anderen Behandlungsweisen den Vorzug verdiene.

5) Die Kälte hat je nach der Individualität des Kranken, je nach Heftigkeit der Krankheit, je nach Tageszeit, in welcher sie angewendet wird, eine verschieden stark herabsetzende Wirkung auf die Körpertemperatur. Bei sehr fetten (daher auch mehr bei weiblichen, wie männlichen), gedrungenen, blutreichen Individuen, bei sehr heftigen und hohen Fiebertemperaturen, ferner bei Kältebehandlung am hellen Tage findet man einen grösseren Widerstand gegen die abkühlende Wirkung der Kälte, als bei den entgegengesetzten Zuständen. Es muss daher die Wirkungsgrösse eines jeden kalten Bades mit dem Thermometer controllirt werden, weil man bei keinem Kranken von vornherein angeben kann, wie stark wärmeentziehend ein kaltes Bad wirkt. Kleine magere Individuen, Kinder brauchen kürzere, dicke, grosse, fette Individuen längere Badedauer. Bei sehr schwachen Kranken giebt man statt der kalten Bäder zuerst warme, aber durch Wasserzuschütten allmälig abzukühlende Bäder oder nur Einwickelungen in kalte Tücher oder nur eine leichte Decke bei kühler Aussenluft.

6) Man hat eine temperaturerniedrigende Kältebehandlung (mit oder ohne medicamentöse Chinin- und Salicylsäurebehandlung) bis jetzt versucht bei Typhus abdominalis und exanthematicus, bei Pneumonia crouposa und catarrhalis, Bronchitis capillaris, Hypostasis pulmonum, bei hoher Febris tuberculosa, bei Pleuritis, bei Meningitis, Rheumatismus acutus, Erysipelas, Febris puerperalis, Scarlatina, Variola, Morbilli meist mit ausgezeichnetem Erfolg unter Herabsetzung der Sterblichkeitsziffern.

7) Es ist in diesen Krankheiten jedoch nicht immer und in jedem Falle Kältebehandlung nothwendig; entbehrlich ist sie in allen leichten Fällen, wo eine, wenn auch starke Temperatursteigerung ohne jeden therapeutischen Eingriff rasch von selbst vorübergeht, wo überhaupt keine lang dauernde Temperatursteigerungen vorkommen. Nur mit grösster Vorsicht oder gar nicht darf sie angewendet werden bei hohen Graden von Herzschwäche, bei acuter Peritonitis und drohender Darmperforation, sowie bei

vorhandenen Darmblutungen. Nur wo Herzschwäche Folge einer zu lange bestandenen excessiven Temperatur ist, z. B. in vernachlässigten Fällen ist ein feucht kalter Umschlag, Eisbeutel auf die Herzgegend zweckmässig zu verbinden mit Chinin und Wein.

8) Dagegen ist energische Wärmeentziehung in allen oben genannten Krankheiten dann unbedingt nöthig, wenn Temperaturgrade von 39° C. an lange Zeit unverändert fortbestehen. Während man zuerst glaubte, immer dann eine Wärmeentziehung vornehmen zu müssen, wenn die Achseltemperatur 39°, die Mastdarmtemperatur 39,5° C. erreiche oder übersteige, hebt dagegen Liebermeister gegenwärtig ganz besonders hervor, dass bei den acuten Krankheiten die Anzeige zu Wärmeentziehungen um so weniger dringlich ist, je mehr das Fieber Remissionen oder Intermissionen macht, und um so dringlicher, je mehr das Fieber eine continua ist. Und in der continua ist in der Regel das fieberwidrige Verfahren nicht darauf zu richten, dass die Exacerbationen unterdrückt werden, sondern darauf, dass die Remissionen möglichst bedeutend und wo möglich zu vollständigen Intermissionen werden. Die Gefahr ist abgewendet, wenn aus einer Febris continua eine Intermittens oder Remittens wird. Das Bestreben durch Antipyrese die Temperatur eines Fieberkranken unausgesetzt auf 37° C. zu halten, ist meist gar nicht zu erreichen, ja führt oft geradezu zur Schädigung des Kranken; denn es ist möglicherweise die hohe Temperatur selbst eine Zeit lang nöthig, um die fiebererregende Ursache zu vernichten. Zur Zeit der Exacerbation des Fiebers soll nur dann fieberwidrig vorgegangen werden, wenn zu excessiv hohe Temperaturen das Leben unmittelbar bedrohen.

9) Es ist deshalb in den meisten Fällen besser, nicht zur Zeit der Exacerbation, sondern zur Zeit der natürlichen Remission des Fiebers den Versuch zu machen, die Dauer der Remission zu verlängern und dieselbe zu vertiefen. Und da in den meisten Fiebern gewöhnlich nach Mitternacht eine solche spontane Remission einzutreten pflegt, so sind auch die Wärmeentziehungen durch kalte Bäder von ca. 20° C. oder allmälig abgekühlte Bäder oder Wicklungen nach Mitternacht vorzunehmen, und zwar so oft, als die Temperatur über 39° C. steigt. Am Tage wird entweder meist nicht gebadet und nur ein kalter Umschlag, eine kalte Wicklung oder Waschung je nach Umständen vorgenommen.

10) Die fieberwidrigen Medicamente (Chinin und salicylsaures Natrium) sind immer dann anzuwenden, wenn die Kältebehandlung allein nicht mehr ausreicht, die Fiebertemperatur lange ganz herunterzuhalten, wie dies bei sehr schweren Erkrankungen oft der Fall sein kann, und bei denjenigen Individuen, bei denen die unter 7 erwähnten Gegenanzeigungen gegen Kälteanwendung bestehen. Chinin (1—3,0 Grm.) müsste, weil es bis 12 Stunden zur Wirkung braucht, 8—12 Stunden vor Mitternacht, also bereits Nachmittags zwischen

3—5 Uhr gegeben werden; salicylsaures Natrium (5,0—8,0 Grm.), das schneller wirkt als Chinin, Abends. Mit der Kälte verbindet man zweckmässig immer die Verabreichung eines Glases guten starken Weines, warmer starker alkoholischer Getränke bei drohender Herzschwäche.

Zum Schlusse dieser Betrachtung darf nicht verhehlt werden, dass diese in Deutschland wissenschaftlich begründete und gegenwärtig allgemein angenommene Methode der Fieberbehandlung im Auslande, namentlich in England und Frankreich noch mit grossem Misstrauen betrachtet wird aus folgenden, meist unschwer widerlegbaren Gründen: Es wird zunächst die Befürchtung ausgesprochen, da die Kältebehandlung ja auch im Beginn temperatursteigernd wirke, dass hierbei die z. B. bei typhoidem Fieber schon genügend bedenkliche Stoffconsumption sogar vermehrt werde. Es liegt auf der Hand, dass selbst zugegeben, die Fieberconsumption werde in der ersten Viertelstunde des kalten Bades gesteigert, eine nachfolgende 12—24stündige Herabsetzung der Fiebertemperatur diesen kleinen Verlust weitaus ersetzen muss (vgl. hierüber die Einwirkung kalter Bäder auf den Stickstoffverlust Fiebernder). Ferner fürchtet man, dass der an und für sich schwer ergriffene Organismus durch den gewaltigen Eingriff der kalten Bäder mannigfache Nachtheile z. B. in Folge der Erkältung Erkältungskrankheiten davontrage. Dem entgegen beweist nach Liebermeister eine ungemein reiche Erfahrung, dass kein gesunder oder kranker Mensch durch Abkühlung geschädigt wird, wenn nur seine Temperatur nicht unter die Norm (37° C.) herunter geht, gleichgültig, ob er im Fieber, oder als Gesunder aus einem Dampfbad heraus ganz plötzlich durch Uebergiessen kalten Wassers oder allmälig in kühler Luft sich abkühlt. In Deutschland will man aber überhaupt nicht einmal die Temperatur eines Fieberkranken ganz auf die Norm herunterbringen, sondern man weiss, dass nur eine länger dauernde mässige Herabsetzung der Fiebertemperatur für die Zwecke der Heilung genügt. Hagenbach hat geradezu gezeigt, dass bei mit Kälte behandelten Typhösen katarrhalische und entzündliche Lungenerkrankungen seltener vorkommen, als bei ohne Kälte behandelten, ja dass vorhandene Katarrhe, Entzündungen, Hypostasien unter der Kältebehandlung besser verlaufen. — Was das Verhalten der Kältebehandlung zur Herzschwäche, zu Collapsen, zu Darmblutungen anlangt, welche Momente ebenfalls von ausländischen Aerzten sehr gefürchtet werden, so geht aus dem Vorausgehenden allerdings hervor, dass diese Momente zum Theil Contraindicationen abgeben, aber auch, wie man dieselben im gegebenen Falle vermeiden kann: Collapsus, Herzschwäche durch gleichzeitig verabreichte Alkoholika. Typhöse Darmblutungen kommen nach Liebermeister unter Kältebehandlung seltener vor, als ohne dieselbe. — Wesentlich hat übrigens zu dem ablehnenden Verhalten des Auslandes der irrige Glaube beigetragen,

dass in Deutschland alle fieberhaften Fälle ohne Ausnahme mit brutalen Kältemaassnahmen behandelt würden (vergl. S. 133, No. 7).

Thermische Behandlung der chronischen Krankheiten.

Die thermische Behandlung chronischer Krankheiten stellt gegenwärtig noch ein Chaos dar; es gibt keine Krankheit, welche von Hydropathen nicht behandelt, und keine Anwendungsmethode, die nicht bei jeder Krankheit empfohlen worden wäre. Als einziger Krystallisationskern, an welchen gesicherte und klarere Verhältnisse anschiessen können, ragt aus diesem Wirrwarr die von Runge in neuerer Zeit eingenommene Stellung in Bezug auf die Art und Weise der hydropathischen Behandlung hervor.

Runge wirft nämlich in radicaler Weise die ganz alten, auf Speculation beruhenden Indicationen, die hydriatische Receptur der Wasserdoctoren über den Haufen und glaubt, dass man nicht sowohl die Art der Krankheit, als vielmehr allein die Individualität des Kranken in Bezug auf die Heilungsmethode ins Auge zu fassen habe. „Eine sorgfältige Umschau", sagt er, „unter den besten und anerkanntesten Wasserärzten der Gegenwart zeigt, dass Einige von ihnen drei Viertel aller ihrer Kranken mit Halbbädern, Andere fast alle mit nassen Einpackungen, noch Andere alle mit Schwitzcuren behandeln; ja nicht wenigen Derselben lässt sich selbst nach langjähriger Praxis ein- oder mehrmaliger Wechsel in der angewendeten Hauptbadeform nachweisen. Der alte Priessnitz ging darin mit gutem Beispiele voran, indem er noch in späteren Jahren seine Schwitzeinpackungen sämmtlich veränderte." Es folgt daraus nach Runge unmittelbar, dass die Form der Wasseranwendung gleichgültig sein muss, da man sieht, wie jeder Wasserarzt mit verschiedenen hydriatischen Methoden gleich gute Erfolge erzielt. „Die Individualität des Kranken, seine Kräfte, Ernährung, die Beschaffenheit seiner Haut und seines Nervensystems ist das Wichtigste; diese, nicht die Species seiner Krankheit, geben den Maasstab ab, insbesondere für Dauer und Temperatur des Bades, also auch für das Quantum der Wärmeentziehung. Der Sitz der Krankheit bestimmt bisweilen nur die Oertlichkeit, an welcher das Wasser applicirt wird. Eine gewisse Routine in der Anwendung mehrerer Badeformen hat eigentlich mehr einen subjectiven Werth für den Badearzt selbst, weil das Operiren mit einer grösseren Zahl von Heilmitteln geistig anregend wirkt und den Arzt vor dem Schlendrian bewahrt, alle Kranke nach einer nur wenig modificirten Schablone zu behandeln. Umgekehrt allerdings verliert derjenige, welcher zu viele Formen der Wasserheilmethoden verwenden will, unbedingt die Uebersicht über die Wirkungen der einzelnen; er kann die Ergebnisse seiner Behandlung nur ordnen und controliren, wenn er einerseits dieselbe Badeform auch unter

verschiedenen Umständen verwendet, andererseits an analogen Fällen die Ergebnisse verschiedener Badeformen vergleicht."

Auch Winternitz stellt sich am Schlusse seines grösseren Werkes auf einmal auf den Boden Runge's. „Trotz der Erkenntniss der Beeinflussung einer grossen Zahl von organischen Vorgängen durch thermische Einflüsse sei es doch für eine Verwendung dieser letzteren zu therapeutischen Zwecken nur mühsam möglich, lückenhafte allgemeine Gesetze aufzustellen. Der alte Standpunkt, für jede einzelne Erkrankungsform eine bestimmte hydriatische Methode (hydriatische Recepte) festzustellen, sei ein nicht mehr berechtigter und überwundener. Ebenso wie die medicamentöse Therapie bestimmter Krankheiten nur in den seltensten Fällen eine voraus zu bestimmende oder gar eine specifische, sondern in jedem einzelnen Falle je nach der zufälligen Gruppirung und Combination der krankhaften Veränderungen, je nach der Individualität eine sehr verschiedene sei: ebenso müsse die thermische und hydriatische Behandlung, wenn sie rationell sein wolle, oft bei derselben Erkrankung eine vielfach wechselnde sein. Charcot schicke viele seiner Kranken in die Wasserheilanstalten Frankreichs, obwohl es ihm wohl bekannt sei, dass die hydriatische Methodik daselbst fast nur in Anwendung der verschiedenen Arten von Douchen und der Erwärmung oder Schweisserregung im Dampfkasten bestehe, und dass dieselbe Douche sowohl erregend, wie beruhigend, Stoffwechsel beschleunigend, wie verlangsamend u. s. w. wirken müsse. Charcot habe es eben längst erkannt, dass es nicht die Procedur, sondern dass es hauptsächlich die Art der Ausführung sei, welche eine Verschiedenheit in der Wirkung bedingt. Wenn man erwäge, dass die krankhaften Veränderungen in den verschiedensten Organen auf eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Vorgängen zurückzuführen seien, so werde man es nicht undenkbar finden, dass ein und derselbe Eingriff mit Recht bei den verschiedensten Krankheiten seine Anzeige finden könne."

Individuelle Indicationen für Anwendung kalten und warmen Wassers. Mag dem sein, wie ihm wolle, jedenfalls können wir uns nicht verhehlen, dass wir allerdings mit dieser Stellungnahme Runge's in der Therapie selbst um keinen Schritt vorwärts gekommen sind. Es ist damit eigentlich nur unter dem überkommenen Wust aufgeräumt und Platz für exactere Untersuchungen gemacht. Denn auch mit den individuellen Indicationen ist es, wie Runge selbst hervorhebt, nicht minder schlimm bestellt, wie mit den durch die Krankheitsform gegebenen. „Die Individualität bei der Auswahl der Bäder richtig zu würdigen, ist eine sehr schlimme Aufgabe; meine (Runge's) Erfahrungen in dieser Beziehung sind den landläufigen Anschauungen vielfach gerade entgegengesetzt." In der That, wenn man nur die einfachste Frage stellt, nämlich, ob für ein bestimmtes hydriatisch zu be-

handelndes Individuum in Rücksicht auf seine Körperbeschaffenheit eine Therapie mit kaltem oder mit warmem Wasser durchzuführen sei, kann man von verschiedenen Wasserärzten die entgegengesetzte Antwort erhalten. Ich greife aus der grossen Reihe der neuesten balneologischen Arbeiten zwei sehr geachtete heraus, um dies zu beweisen. Braun-Fromm gehen von demselben allgemeinen Standpunkte aus, wie Runge und Winternitz und nehmen, wie diese, an: „dass der allgemeine therapeutische Zweck und Erfolg warmer Bäder ungefähr derselbe sei, wie der kalter, aber bei anderen Constitutionen und durch einen andern mechanischen Vorgang. Sie scheiden deshalb die chronischen Kranken in drei Gruppen. Die eine Gruppe besteht aus noch kräftigen vollblütigen Menschen, deren Organismus Kraft genug hat, eine geforderte energische Reaction zu leisten; diese können nach ihnen mit kalten Bädern, Douchen, Meerbädern und gymnastisch behandelt werden. Die zweite Gruppe besteht aus blutleeren, schlaffen, schonungsbedürftigen Menschen, aus Kindern und Greisen, welche die von der Kälte geforderte Reaction nicht genügend zu leisten vermögen; diesen passt nur Schonung, warmes Verhalten, warme Bäder, warmes Klima (wie Fromm hier auf einmal im Widerspruch zu seiner ganzen Eintheilung zu Alpenluft kommt, ist unerfindlich). Bei einer dritten Gruppe ist die Alternative zwischen kalten und warmen Bädern durchaus zweifelhaft, für diese passen nur die milderen, zwischen den beiden Extremen stehenden Temperaturen: lauwarme einfache Bäder, kühle gasreiche Thermen (und ein neuer Widerspruch: Meerbäder!) Die meisten Kranken gehören der Natur der Dinge nach zur zweiten und dritten Gruppe; höchstens $^1/_{10}$ der chronischen Kranken kann sich für Kaltwassercuren eignen.

Hören wir dagegen den nicht minder erfahrenen Runge, so findet derselbe die sogenannten vollblütigen, gut genährten, an reichliche Mahlzeiten und gute Getränke gewöhnten Kranken (also die erste Gruppe Fromm's) im Ganzen die intensiveren Kältegrade gar nicht vertragend; dieselben seien im Gegentheil am wohlsten bei den Schwitzformen mit mässiger Abkühlung, besonders bei römischen Bädern und trockenen Schwitzeinpackungen. Dagegen müssten Anämische und Tuberculöse von vornherein mit reizender Kälte behandelt werden, natürlich ohne dass ein zu grosser Wärmeverlust dabei eintrete. Die Beschaffenheit der Hautgefässe gebe für die Entscheidung den besten Fingerzeig; blasse welke Haut erfordere Entspannung der Gefässe durch Kältereiz, rothe Haut, feine venöse Ektasien, wie die Trinker sie zeigen, erfordere meistens den Reiz der Wärme, welcher ihre Gefässe eher zur Norm zurückführe. Eine kalte Douche könne z. B. bei Schwindsüchtigen, Fieberkranken beruhigend; bei Hypochondern, Melancholikern heftig aufregend, dagegen ein warmes Bad auf letztere sehr beruhigend wirken.

Und diese ganz entgegengesetzten Anschauungen werden von

zwei denkenden, kritisch angelegten Aerzten ausgesprochen. Wie sich die Enthusiasten zu diesen Fragen stellen, übergehe ich besser stillschweigend, denn deren erstes und letztes kommt doch schliesslich nie über die alten Redensarten von ärztlichem Tact hinaus. Es folgt aus all dem Gesagten aber mit zwingender Nothwendigkeit, dass wir sogar bei der Behandlung des Individuums keine grossen leitenden Gesichtspunkte haben, sondern sagen wir es ehrlich und offen, wie in so vielen anderen therapeutischen Maassnahmen vorläufig noch aufs Probiren angewiesen sind.

Ich selbst bin deshalb allmälig dazu gekommen, im Allgemeinen folgenden Curplan bei chronisch Kranken einzuhalten, die ich durch eine allgemeine (nicht örtlich beschränkte) Wassercur bessern oder heilen zu können glaube: ich verordne entweder ganz und gar lauwarme Bäder oder im Beginn lauwarme, allmälig kühler werdende Abwaschungen, Bäder, Douchen mit entsprechend der grösseren Kühle nachfolgenden starken Frottirungen, Abreibungen der Haut und gymnastischen Uebungen, um das nach den inneren Organen gedrängte Blut wieder in die grossen Gebiete der Haut und der Muskulatur zu leiten, also um eine gleichförmige Blutvertheilung im ganzen Organismus zu bewirken. Wenn nach einem kühlen Bade diese Reaction nicht erfolgt, wenn die Haut kalt, blass bleibt, der Körper in ein leichtes Frösteln fällt und dasselbe beibehält, treten meist Erkältungskrankheiten der verschiedensten Art ein, die vermieden werden müssen. Das eigene Verhalten gibt dem Kranken und dem Arzte Aufschluss, wie weit in der Abkühlung vorgeschritten werden darf. Extreme Kältegrade sind ausnahmslos ebenso ausgeschlossen, wie extreme Wärmegrade. Die von Wasservirtuosen manchmal beliebten niedrigen Temperaturen führen nicht selten zu schweren Erkrankungen, ja zu letalem Ausgang; heisse Bäder führen zu heftigen Congestionen nach einzelnen Organen, heftigen Herzpalpitationen und hinterlassen eine weiche, gegen jeden Zug empfindliche Haut, also Disposition zu Erkältungskrankheiten. Bei einer solchen einfachen, die Extreme vermeidenden Curmethode erzielt man, wie ich versichern kann, nicht schlechtere Ergebnisse als andere Aerzte und ohne Gefahr, und bringt jedenfalls das Individuum zu grösserer Energie (durch die allmälige Abhärtung und die Turnübungen), zu einem regeren Blutkreislauf und Stoffwechsel (daher zu besserem Aussehen, besserem Appetit u. s. w.) und damit zur Beseitigung einer ganzen Reihe von Krankheitsursachen.

Ich halte übrigens als einen nicht unwesentlichen Factor bei den hydrotherapeutischen Erfolgen den schon im Capitel über Klimatotherapie ausführlich abgehandelten, dass die Kranken gleichzeitig auch aus ihrem täglichen Jammer befreit werden, in ruhig, schöner Gegend sich einem heiteren Leben hingeben können, und schicke daher, wo es möglich ist, solche Kranke in schön gelegene und solid geleitete Wasserheilanstalten, in denen nicht bloss mit

Wasser, sondern auch nach diätetischen, klimatotherapeutischen und gymnastischen Principien gearbeitet wird. Berufssorgen, Gemüthsaufregungen, geschlechtliche und andere Excesse im Trinken, Rauchen, Essen müssen jeden Erfolg auf die Wassercuren vereiteln und sind deshalb ausgeschlossen, oder mit anderen Worten: Der Erfolg der gut geleiteten Wassercuren hängt nur zu einem Theil von diesen selbst, zum grösseren Theil von den anderen obengenannten klimatotherapeutischen, diätetischen und gymnastischen Massnahmen ab.

Aufzählung der hydriatisch zu behandelnden Krankheiten.

Wenn auch, wie ich oben auseinandergesetzt habe, eine auf rationeller Grundlage beruhende Hydrotherapie der Krankheiten noch nicht geschrieben werden kann, weil eben noch die nothwendige Zahl sicherer und übereinstimmender Vorarbeiten fehlt, so glaube ich dennoch jetzt schon eine Eintheilung der thermisch zu behandelnden Krankheiten treffen zu sollen je nach den physiologischen Wirkungen des Wassers, die man bei der Behandlung zusammengehöriger Krankheitsgruppen benützt zu haben mehr oder minder allgemein glaubt.

Ich bemerke aber ausdrücklich, dass diese Eintheilung nur in didactischem Sinne und zur Ordnung des wirren Materials getroffen ist und sich bescheidet, jeder neuen Forschung, jeder neuen gesicherten Thatsache gegenüber die mannigfachsten Wandlungen zu erfahren. Bei der gleichzeitigen Besprechung der bei den einzelnen Krankheiten anzuwendenden hydriatischen Methoden gab zum Theil die kritische Beanlagung der verschiedenen Beobachter einen kleinen Anhaltspunkt für die Auswahl ab. Im Ganzen ist wiederholt an das oben Gesagte zu erinnern, dass man bei der mannigfachsten Abwechslung der Methode dasselbe Ziel erreichen kann.

1) Des Wassers als abhärtenden, kräftigenden und erfrischenden Mittels bedient man sich:

a) Zur Abhärtung bei sonst gesunden, aber verzärtelten Menschen, deren Haut durch zu warme Kleidung, zu warme Wohnung schon von Jugend an der Einwirkung abwechselnd niederer Temperaturen entzogen ist und daher jeden kalten, sie einmal zufällig treffenden Luftzug sogleich mit sehr tiefgreifenden Kreislaufsstörungen, Congestionen und Entzündungen innerer Organe, Katarrhen der verschiedensten Schleimhäute beantwortet. Man geht hier am besten von lauwarmen Abwaschungen, Douchen allmälig zu Temperaturen von 20—10° C. je nach der Individualität über; die Dauer der Kälteanwendung soll immer nur eine kurze sein; nachfolgend müssen zur Hervorrufung der Reaction Frottirungen der Haut vorgenommen werden. Es tritt dann allmälig Abhärtung

d. i. eine weniger schwankende Gefässinnervation und weniger schwankende Blutvertheilung in der Haut und im übrigen Körper, ein grösserer Blutreichthum der Haut, eine intensivere Wärmebildung in den inneren Organen, behaglicheres, kräftigeres Allgemeingefühl, besserer Appetit und damit bessere Ernährung, stärkerer Stoffwechsel ein.

b) Auf Menschen, welche durch lange Märsche, schwere Arbeit aufs äusserste erschöpft und ermüdet sind, oder welche nach Uebermaass im geistigen Arbeiten oder im Trinken Uebelkeit, Kopfweh, allgemeines Unbehagen (Katzenjammer) empfinden, werden sowohl durch frische kühle Bäder und Douchen, wie auch durch warme Bäder wie neu belebt, frisch, behaglich, verlieren ihr Ermüdungsgefühl und werden zu neuen Arbeiten befähigt.

c) Die moderne Behandlung der Schwindsüchtigen mit kalten Abreibungen, kalten Douchen, die, wenn in richtigem Maasse gebraucht, so segensreiche Folgen nach sich ziehen, erreicht dies nicht etwa durch eine directe Wirkung auf den phthisischen Process, sondern einzig und allein durch die erzielte Kräftigung der Haut und der allgemeinen Ernährung (vergl. übrigens noch S. 99 u. 121).

d) Chlorose und Anämie, welche natürlich nach wie vor am zweckmässigsten mit guter Luft, viel Körperbewegung, guter Nahrung und Eisen behandelt werden, können unter Umständen durch die erregende Wirkung kühler Bäder und Brausen schneller zur Heilung gebracht werden; doch gibt es Anämien, welche absolut keine Kälte vertragen. Bei anämischem Kopfweh wird die Application heisser Chapman'scher Schläuche auf den Nacken empfohlen.

2) Thermischer Reiz als Erregungsmittel des Nervensystems. Um gelähmte Nerven wieder erregbar und leitbar zu machen, hat man von jeher Hautreize der verschiedensten Art, namentlich electrische Reize, Frottirungen der Haut, medicamentöse Hautreize (Senfteige u. s. w.) angewendet. Auch der Reiz starker Temperaturdifferenzen wird häufig mit Erfolg versucht, doch hat diese hydriatische Behandlung vor der ersteren keine besonderen Vorzüge, dagegen bisweilen den Nachtheil grösserer Umständlichkeit. Bei allen diesen Erregungsmethoden findet in gleicher Weise die Wiederherstellung der gelähmten Nerven nicht allein durch die directen und reflectorischen Reizströme, sondern auch durch Belebung des Kreislaufs in der gelähmten Gegend und die dadurch bewirkte bessere Ernährung der kranken Nerven statt.

a) Bei Anästhesie und Analgesie der Haut empfiehlt Winternitz die betreffenden Theile zuerst mit sehr warmen (40° C.) feuchten Tüchern zu bedecken, und 10 Minuten mit solchen warmen

Umschlägen fortzufahren; hierauf auf die so vorbereiteten Theile einen sehr kräftigen, horizontalen, beweglichen Staubregen von 8° C. 2—10 Secunden lang zu richten; diese Procedur sei täglich mehrmals zu wiederholen. W. erzählt einen Fall von in dieser Weise geheilter auf Anästhesie des Gliedes beruhende Impotenz. Ich bin sicher, dass Faradisirung in kürzerer und prompterer Weise dieselbe Wirkung gehabt hätte.

b) Bei Ohnmächtigen, bei tief Soporösen und Comatösen mit kaum wahrnehmbarer Athmung wird am einfachsten durch kalte Anspritzungen und Uebergiessungen (oder in wenig empfehlenswerther Weise durch Aufträufeln schmelzender Siegellacktropfen) nicht nur die Athmung wieder angeregt, sondern auch das Bewusstsein wieder hervorgerufen. Bei Cholerakranken im Stadium der Asphyxie wendet man entweder Einwicklungen in nasse kalte und Einschläge dieser in wollene Tücher an und lässt die Kranken 2 Stunden darin liegen unter viertelstündiger Verabreichung eines Glases kalten Wassers, oder man reibt sie mit kalten Tüchern längere Zeit stark ab.

c) Auch Schwächezustände und Lähmungen quer gestreifter und glatter Muskeln hat man zu heilen versucht, indem man auf dem Wege des Reflexes (durch Kälteinwirkung auf die Haut) den Muskeltonus anzuregen und Contractionen hervorzurufen sich bestrebte. So hat man empfohlen bei reflectorischen Paraplegieen kalte Brausen auf die Wirbelsäule oder abwechselnde Kalt- und Warmwasserumschläge auf dieselbe Stelle; bei Schwäche der Athmungsmuskeln der Phthisiker kalte Brausen auf die Brust; bei Schwäche der Herzcontractionen in Folge von Krankheit oder Vergiftung kalte allgemeine Begiessungen und Brausen; bei Verstopfung in Folge von Darmmuskelschwäche kalte Klystiere, (nach Runge kommt keine Methode und keine Brunnencur auch nur annähernd dem längeren Gebrauch kalter Bäder gleich in der dauernden Heilung chronischer Verstopfung, vorausgesetzt, dass sie nicht auf organischer Stenose des Darms beruht; man müsse gleichzeitig nur die Diät regeln, namentlich viele Vegetabilien essen lassen und dürfe kein Abführungsmittel gleichzeitig geben; bei Harnträufeln, nächtlichem Bettnässen in Folge von Schwäche der Blasenmuskulatur Halb- oder Sitzbäder in fliessendem Wasser; bei Wehenschwäche zur Hervorrufung von Wehen kalte Umschläge auf den Leib; zur Entfernung der Nachgeburt, zur Vermeidung oder Stillung von Mutterblutung auch bei den schwächsten Frauen kalte Sitzbäder.

Vielfältige Erfolge sind zweifelsohne beobachtet; doch darf man, wie oft erwähnt, nach Einwirkung der Kälte nie vergessen, durch starkes Reiben der Haut eine Reaction hervorzurufen, um nachfolgende Erkältungskrankheiten zu verhüten.

d) Sowohl bei rein functionellen, wie auch bei wirklichen Texturerkrankungen des Rückenmarks erweist sich eine vor-

sichtig geleitete Wassercur (mässige Kälte; grosse Kälte ist wie grosse Wärme stets sehr schädlich) nach den besten Beobachtern (Erb, Runge, Winternitz) als entschieden vortheilhaft, in den Anfangsstadien selbst degenerativer Vorgänge geradezu heilsam. Ein Vortheil der Kaltwassercur gegenüber den ebenfalls hier wirksamen galvanischen Curen liegt nach Runge darin, dass durch erstere und die durch sie hervorgerufene Abhärtung viel weniger leicht Rückfälle eintreten, als bei galvanischen Heilungen. Hinsichtlich der hydriatischen Behandlung der Geschlechtsschwäche bemerkt Runge mit Recht, dass kein Gebiet von marktschreierischen Wasserärzten mehr ausgebeutet worden sei, wie dieses. Thatsache sei, dass nach vielem kalten Baden die Geschlechtslust und die Kraft zur Befriedigung derselben wächst; ebenso seien kalte Bäder auch ein ganz vortreffliches Mittel bei Unfruchtbarkeit ohne organische Ursachen und bei habituellem Abortus. Aber bei chronischen Mutterblutungen und chronischen Katarrhen der weiblichen Geschlechtstheile seien kalte Bäder allein ebenso selten etwas werth, wie bei Samenabgängen aus geschlechtlicher Ueberreizung; zumal bei letzteren seien, wenn sie mit psychischen Erregungs- und Depressionszuständen einhergehen, bei der meistens sehr schwierigen Behandlung kalte Badeformen nur selten zu verwenden. Die planlose Empfehlung von Kaltwassercuren bei allen möglichen Formen geschlechtlicher Schwäche sei also durchaus nicht gerechtfertigt.

Bei Geistesstörungen mit vorwaltender Depression muss man rein individuell verfahren; bei Gehirnhyperämie kühle Halsumschläge, allgemeine Einpackungen, um das Blut zur Haut abzuleiten, kühle Halbbäder, um die Bluttemperatur herabzusetzen, kalte Umschläge auf die Herzgegend; bei Gehirnanämien feuchtwarme erregende Kopfumschläge; bei den tiefsten allgemeinen Depressionsgraden allgemeine kühle Regendouchen. Jedenfalls muss man hier mehr noch, wie anderwärts sich vor einem Uebermaasse in Acht nehmen und darf nur bei leichteren Fällen einen günstigen Ausgang erwarten.

3) Kälte und Wärme als nervenherabstimmendes Mittel. Während, wie wir im physiologischen Theile gesehen, kurz dauernde Kälte erregend auf das Nervensystem wirkt, setzt umgekehrt sehr lang dauernde und starke Kälteeinwirkung und ebenso lang dauernde Wärme die Erregung desselben herab.

Oertliche Kälteeinwirkung benützt man, um durch Hervorrufung einer Anämie und eine tiefgreifende Aenderung in dem Substrat der Nervenröhren selbst eine locale Anästhesie und Analgesie hervorzurufen.

Von ganz unübertrefflich schneller und vollkommener Wirkung ist die durch Aetherzerstäubung hervorgerufene örtliche Kälteanästhesie. Bei Spaltung von Abscessen, Panaritien, Furunkeln und Carbunkeln, Nagelexcisionen und einer Masse anderer

kleinerer Operationen kann man den Kranken vollkommen schmerzlos behandeln.

Ich habe gezeigt, wie man auch das ganze Kehlkopfsinnere unempfindlich machen kann dadurch, dass man die beiden Laryngei superiores in der Gegend der grossen Zungenbeinhörner durch Aetheraufstäubung leitungsunfähig macht.

Leider werden alle diese Methoden in Deutschland im Ganzen nur selten angewendet.

Auch bereits vorhandene Schmerzzustände kann man oft durch Kälte beseitigen. Ich verweise auf das oben bei Pleuritis, Meningitis Gesagte. Zahn- und verschiedene Gesichtsschmerzen sollen sich auf Frictionen mit kalten Händen hinter den Ohren oder auf Streichen mit Eisstückchen auf der schmerzhaften Seite rasch verlieren. Bei den eigentlichen Neuralgien glaube ich jedoch das Morphin und den galvanischen Strom als das vorzüglichste Mittel ansehen zu müssen. Die Wasserärzte empfahlen zwar die verschiedensten Methoden: Einwickelungen in kalte feuchte Tücher ohne oder mit nachfolgendem kalten Bade oder kalter Brause, abwechselnde Anwendung von warmen und Eisumschlägen, schottische Brause, subcutane Einspritzung kalten Wassers, Chapman'sche Eisschläuche auf die Wirbelsäule u. s. w. und berichten ausserordentliche Erfolge. Allein Runge warnt mit Recht vor energischer Kälte, als Mittel zur sogenannten Herabstimmung der Nerven oder, wie der technische Ausdruck lautet, zum Todtdouchen der Neuralgien. Diese Methode sei nur sehr selten von Erfolg, trage dabei die erheblichsten Gefahren in sich und sei die einzige Ursache, dass in früheren Zeiten nach Kaltwassercuren so oft schwere Nerven- und Geistesstörungen beobachtet wurden.

Auch als antispasmodisches Mittel bei Steigerung der Reflexerregbarkeit (Hysterie, Vaginismus, Nymphomanie), ferner bei Chorea glauben viele Aerzte, die Anwendung des kalten Wassers in verschiedenen Formen, in Form kalter Umschläge auf die Wirbelsäule, kalter Einspritzungen in die Scheide u. s. w. empfehlen zu dürfen.

Bei vielen der genannten Erkrankungen und bei entsprechenden Individualitäten kann man ganz dieselben nervenherabstimmenden Wirkungen durch langdauernde warme Bäder erzielen.

4) Die hydriatische Behandlung als Stoffwechselbeeinflussendes Mittel. Wie im physiologischen Theil ausführlich auseinandergesetzt wurde, kommt den verschiedenen Eingriffen eine verschiedene Einwirkung auf die Stoffwechselvorgänge zu. Kurz dauernde Kältereize, welche die Körper- und Gewebstemperatur nicht herabsetzen, sondern steigern, und hohe langdauernde Wärmegrade, Schwitzcuren steigern den Stoffwechsel und können daher, trotzdem der Appetit und die Nahrungsaufnahme nicht geringer werden, bei starker Fettsucht und anderen durch Stoff-

wechselverlangsamung bedingten Processen, wie Gicht u. dgl. eine Besserung und Heilung erzielen, natürlich, wenn gleichzeitig auch die entsprechende Diät beobachtet wird. Abführmittel bei ersterer Erkrankung und Alkalien bei letzt genannter haben aber jedenfalls keine geringere therapeutische Wirkung wie die Bäder. Hieher gehören noch die günstigen Erfolge warmer Bäder bei Muskel- und Gelenkrheumatismus, bei chronischen Exsudaten nach abgelaufenen Entzündungen in der Pleura, im Bauchfell, in Gelenken, Muskeln und Sehnen, ferner bei alten Wunden, störenden Narben u. s. w.

In dieser Richtung scheinen auch die guten Erfolge, welche nüchterne Beobachter, wie Runge, Winternitz bei Behandlung der Syphilis allerdings nur bei Combination mit Quecksilber bzw. Jodnatrium gesehen haben, begründet zu sein. Allgemein bereits verbindet man in den ersten Stadien der Syphilis die Quecksilberbehandlung mit Schweiss erregenden Methoden (kalte Bäder sind durchaus zu verwerfen); doch trägt eine nachfolgende Abkühlung nach jeder Schwitzprocedur wesentlich dazu bei, Erkältungs- und Krankheiten innerer Organe abzuhalten. Runge hat bei solcher Behandlung seine Kranken während der Schweisscur bei jedem Wetter, selbst im Winter Spaziergänge machen lassen, ohne jemals einen Nachtheil davon gesehen zu haben; im Gegentheil glaubt er, hiedurch die nach langen antisyphilitischen Curen so leicht auftretende Blutarmuth stets vermieden zu haben. In alten und verzweifelten Fällen tertiärer Syphilis verbindet Runge den Gebrauch sehr grosser Jodnatriumgaben mit kalten Bädern, wie er angibt, mit dem glänzendsten Erfolge.

Hinsichtlich der Zuckerharnruhr machte Glax mehrere Versuche, um zu sehen, welche Antheile an den günstigen Wirkungen des Karlsbader Wassers dem Wasser als solchem zukommen. Er fand in zwei Fällen unter dem täglichen regelmässigen Gebrauch von 1—1$^1/_2$ Liter destillirten oder Brunnenwassers von 48—58° C. (in 3—4 Portionen), dass Harn- und Harnzuckermenge entschieden abnahmen, das Körpergewicht stieg, der Puls sich hob, die Haut ihre Trockenheit verlor u. s. w. Er leitet diese günstigen Wirkungen ab von der durch die Einführung des warmen Wassers gesteigerten Gefässfülle und Turgescenz der Gewebe und hält es für wahrscheinlich, dass unter diesen Umständen auch mehr Zucker im Körper verbrannt werde.

Die verschiedenen Badeformen.

Die Wahl derselben richtet sich einerseits nach der Individualität des Kranken und nach der Krankheit, so die Temperatur und die Dauer des Bades; andererseits nach den Verhältnissen, in denen der Kranke lebt. So z. B. wird der in einer Wasserheilanstalt lebende reichlich mit grossen Wassermassen tractirt werden

dürfen, während der in beengten häuslichen Verhältnissen lebende sich mit Douchen oder Einwickelungen oder localen Einwirkungen, die alle nicht viel Apparate und nicht viel Wasser erfordern, behelfen muss (vgl. auch S. 136).

Wenn aber einmal die entsprechende Auswahl und Anordnung getroffen ist, dann muss auch für eine sorgfältige und gewissenhafte Ausführung gesorgt werden. Nur in dieser Weise ist es möglich, nach und nach auch exact vergleichbare und wissenschaftliche Ergebnisse zu gewinnen.

Wenn wir in Folgendem nur die Badeformen mit gewöhnlichem Wasser betrachten, so geschieht dies aus dem einfachen Grunde, weil die Mineralwasserbäder ziemlich gleich wirken, wie die gleich temperirten und in gleicher Form angewendeten gewöhnlichen Wasserbäder; jedenfalls wesentliche Differenzen bis jetzt weder in quantitativer noch qualitativer Beziehung wissenschaftlich nachgewiesen sind, und eine Aufsaugung der betreffenden Bestandtheile von der Haut aus als widerlegt zu betrachten ist. Wir fühlen uns nicht berechtigt, trotz des allgemeinen Usus Unterabtheilungen von Mineralwasserbadeformen auch nur kurz zu behandeln.

Vorsichtsmaassregeln. Eine tausendfältige Erfahrung hat gelehrt, dass nasse Hautparthien sowohl durch die einfache in Folge der Verdunstung entstehende Kälte als durch die Einwirkung selbst nicht sehr hochgradiger z. B. von den Wänden des Gemachs ausstrahlenden Kälte, ja durch Temperaturschwankungen des genommenen Bades zu Erkältungskrankheiten disponiren; namentlich unmittelbar nach dem Verlassen eines warmen Bades; aber auch nach kühlen Bädern in der Zeit, welche zwischen dem Abtrocknen und Anziehen verstreicht, tritt häufig durch die Ausstrahlung des kalten Bodens und der kalten Zimmerwände Verkältung ein. Es haben deshalb von allen Badeeinrichtungen diejenigen, in welchen Alles, Boden und Wände gleichmässig durchwärmt sind, wie dies bei vielen natürlichen Thermen der Fall ist, den Vorzug. Andernfalls kann und muss man allen schädlichen Folgen vorbeugen durch folgende Maassregeln, welche alle bezwecken, eine energische Hautreaction hervorzurufen: a) Umwerfen eines Bademantels und energische Frottirung der Haut durch die Hand des Kranken selbst oder die eines Badedieners und dann rasches Anziehen und energische Muskelbewegung durch Turnen oder starke Spaziergänge; oder b) kurz dauernde in Form von Douchen oder Vollbädern applicirte tiefe Kältegrade. Durch beide Manipulationen wird eine so energische Reaction hervorgerufen, dass man keine Erkältung zu befürchten hat, ja, dass die Kranken dadurch sogar gegen spätere Erkältungen immer mehr abgehärtet werden. In jeder hydriatischen Anstalt gehören daher Frottirung, Massage, Gymnastik, kalte Douchen, Spaziergänge zu den unentbehrlichsten Requisiten, und auch in der Privatpraxis

muss Unterlassen dieser Vorsichtsmaassregeln als ein schwerer Fehler bezeichnet werden.

Auch die schädlichen Folgen excessiver Wärmeentziehungen können theils durch die eben genannten Proceduren, theils durch Trinken starker weingeistiger Getränke ausgeglichen werden. Neuere Untersuchungen an Thieren haben ergeben, dass Erfrorene durch Baden in sehr warmem Wasser eine bessere Prognose zulassen, als durch die alte Methode der allmäligen Erwärmung und Schneeabreibung.

1) **Die kalte Waschung** wird von einem Badediener mit einem in kaltes Wasser (10—15° C.) getauchten Schwamme vorgenommen, so dass jeder Körpertheil zuerst gewaschen, sodann abgetrocknet und kräftig abgerieben und sogleich mit einem Tuche zugedeckt wird. Alle diese Einwirkungen müssen rasch auf einander folgen und können im Bett vorgenommen werden. Es wird dadurch die Haut gereinigt, blutreicher, zur Transpiration angeregt, so dass ein höchst angenehmes Haut- und Allgemeingefühl entsteht, was für den Verlauf einer jeden, auch fieberhaften Krankheit von Nutzen ist.

2) **Allgemeine Bäder.** Kalte Vollbäder sind in hinlänglich grossen Wannen oder Bassins gegebene kalte (10—15° C.) Bäder, in die der ganze Körper und auch der Kopf mehrere Male eintauchen soll, und in welchen der Badende energische Körperbewegungen zu machen im Stande ist. Die Dauer des Bades darf nie bis zum eigentlichen Frieren ausgedehnt werden, sondern nur das erste Kältestadium benützen, also minutenlang dauern, und wirkt dann als einer der heftigsten thermischen Reize auf Blutkreislauf, Innervation und Stoffwechsel. Nach demselben muss der Körper immer sogleich mit einem Tuche bedeckt und stark frottirt werden. Die kalten Vollbäder wurden in der heroischen Zeit der Hydrotherapie von Manchen mit Vorliebe angewendet, für sich oder am Ende eines vorausgenommenen Dampfbades, wenn man den Stoffwechsel mächtig beschleunigen zu müssen glaubte, also bei Fettsucht u. dgl., werden aber gegenwärtig im Ganzen nur selten auch von Kaltwasserärzten angewendet; wie mir dünkt mit Recht. Jedenfalls wären dieselben bei geschwächten, blutleeren, herz-, lungen-, gefässkranken Menschen nur von gefährlichster und schlimmster Wirkung.

Kalte Fluss- und Seebäder, Wellenbäder. Diese, deren Temperatur allerdings von Tag zu Tag grossen Schwankungen (10—25° C.) unterworfen ist, haben namentlich bei niederen Temperaturen ganz ähnliche heftige Reizwirkungen auf den Organismus, wie die kalten Wannenvollbäder, vor diesen aber den Vortheil der Möglichkeit voraus, durch Schwimmen, Tauchen, Springen gleich-

zeitig eine gymnastische Muskelübung vorzunehmen, wodurch man den Einwirkungen einer grossen Kälte durch gesteigerte Wärmeproduction länger das Gegengewicht halten kann. Leider ist dem Publicum, namentlich dem jüngeren, noch nicht hinlänglich die Schädlichkeit des zu lange Verweilens in den niederen Temperaturen auch des Flussbades bekannt, so dass man noch allzu häufig blaugefrorene und vor Kälte zitternde Jungen darin erblickt, die in Folge dessen sich häufig Erkältungskrankheiten zuziehen. Auch bei den Fluss- und Seebädern sollte bei niederen Temperaturen nach dem Bade nie die Hautfrottirung versäumt werden.

Dass durch die Fluss- und Seebäder die Abhärtung, das Kraftgefühl, der Appetit und die Ernährung wesentlich gesteigert werden, dass sich Magenkatarrhe, Kopfweh, leichte Rheumatismen, Gicht dadurch wesentlich bessern und heilen lassen, ist längst bekannt.

Warme Vollbäder, Wildbäder. So lange kein wissenschaftlicher Nachweis geliefert ist, dass die natürlichen warmen Wasser, die man Wildbäder (indifferente oder Akrato-Thermen) nennt, ausser grösserer Weichheit bei den stoffarmen andere physiologische Wirkungen auf den Körper ausüben, als künstlich gewärmtes Wasser, müssen beide unter einer Rubrik abgehandelt werden.

Die Vortheile der Wildbäder liegen nach dem gegenwärtigen Stand der wissenschaftlichen (allerdings nicht der laienhaften) Einsicht nicht in der Beschaffenheit des Wassers, als vielmehr in der Möglichkeit, ungemein grosse Mengen eines gleichmässig warmen Wassers ganz mühelos und mit möglichst geringen Kosten zu verbrauchen und dabei alle Vortheile einer echten und guten klimatotherapeutischen Behandlung (wenigstens in den meisten sehr schön und gesund gelegenen Wildbädern) mit verbinden zu können. Ich wenigstens kann trotz aller Mühe nicht finden, dass die Wildbäder, ihrer angedichteten geheimnissvollen Phrasenkräfte entkleidet, weniger werthvoll und weniger empfehlenswerth werden müssten. Andererseits ist es doch ein grosser Trost, dass auch diejenigen Kranken, welche nicht die Mittel zum Besuche von Wildbädern haben, doch die Heilwirkungen der Warmwasserbäder zu Hause geniessen können, wenn sie wollen.

Indem ich auf die im physiologischen Theil ausführlich angegebene Wirkung des warmen Wassers auf den Organismus verweise, gebe ich hier nur in Kürze die Hauptindicationen: Die warmen und Wildbäder passen nach allgemeiner Annahme vorzüglich für alle sehr geschwächte, zarthäutige, nervös reizbare Menschen, welche an folgenden Krankheitszuständen leiden: Chronische Rheumatismen der verschiedensten Art, gichtische Zustände, hartnäckige Entzündungen und Exsudationen in den verschiedensten Organen, chronische Metallvergiftungen, veraltete syphilitische Zustände, hart-

näckige Gebärmutterkrankheiten (Metritis, Störungen der Menstruation, Neurosen, wie Coccygodynie, Vaginismus u. s. w.), hochgradige Reizbarkeit des Centralnervensystems.

Man gebraucht die warmen Bäder (die Temperatur hat wieder individuell bestimmt zu werden) am besten Morgens nach dem Aufstehen; nur sehr herabgekommene Menschen haben erst einige Stunden nach dem Frühstück, an Schlaflosigkeit Leidende Abends zu baden. Die Dauer des Bades hat für Schwache und Nervenleidende kurz (10—20 Minuten), für Rheumatiker, Gichtische und Hautkranke lange (— 60 Minuten) zu dauern; erstere baden nur ein über den andern Tag, letztere täglich einmal. Bei sehr warmen Bädern hat man den Kopf kühl zu halten durch aufgelegte kalte Tücher, Uebergiessungen, Brausen. Nach dem Bade werden die Kranken entweder mit heissen Tüchern abgerieben und gehen zu Bett oder ruhen wenigstens aus, andere gehen besser spazieren. Warme Kleider müssen während der Cur stets getragen werden.

Folgende Wildbäder sind die besuchtesten: Teplitz in Böhmen (Höhen über dem Meer 220 M., Temperatur des Badewassers 35 bis 42° C.), Tüffer und Römerbad in Steiermark (240 M., 38° C.), Schlangenbad im Taunus (310 M., 32° C.), Warmbrunn im Riesengebirge (340 M., 40° C.), Wildbad im Schwarzwald (400 M., 33—37° C.), Badenweiler in den Ausläufern des Schwarzwaldes (420 M., 28—30° C.), Ragaz im Kanton St. Gallen (482 M., 38° C.), (der Aufenthalt in dem engen Pfäffers ist durchaus nicht zu empfehlen), Gastein im Herzogthum Salzburg (1040 M., 32—40° C.).

Das Halbbad ist jedenfalls die wegen ihrer Zweckmässigkeit am meisten verordnete Badeform, da sie sowohl die erregenden, wie die wärmeentziehenden Wirkungen des Bades in sich vereinigt; da sie dabei erlaubt, die ganze Körperhaut stark zu frottiren und zu massiren und einzelne Körpertheile eigens mit Wasser zu übergiessen und zu douchen, was Alles im Vollbade nicht gut möglich ist; da sie ferner mit viel geringeren Wassermassen (für die Privatpraxis von nicht unwesentlicher Bedeutung) ausführbar ist.

Der Kranke taucht beim Sitzen höchstens bis zum Nabel in Wasser und wird nun von einem Bademeister am Kopfe gekühlt, von Zeit zu Zeit mit kühlem Wasser übergossen und dabei an allen Körpertheilen, namentlich den unteren, stark gerieben und massirt. Die Temperatur des Bades hat sich, wie immer, so auch hier wieder nach der Individualität des Kranken zu richten und bewegt sich meist zwischen 15—30° C. Die Dauer des Bades richtet sich nach dem Zweck, beträgt bei chronischen Krankheiten zwischen ½—5 Minuten, bei acuten fieberhaften bis zur eintretenden Temperaturerniedrigung. Die Nachwirkung besteht vorzüglich

in einem starken Blutzufluss zur Haut und zu den Muskeln der unteren Körpertheile und führt dadurch zur Entlastung des Kopfes, der Brust u. s. w.

Es gibt keine hydrotherapeutisch zu behandelnde Krankheit, die nicht mit Halbbädern behandelt werden könnte.

Die Brausen und Douchen mit ihren mannigfaltigen Modificirungen (Regendouchen, wenn das Wasser regenförmig auf den Körper herabrieselt; Strahldouchen, wenn das Wasser in Form eines mehr oder minder starken einzigen Wasserstrahls den Körper trifft; bewegliche Douchen, wenn man eine Strahldouche auf beliebige Körperstellen nach einander einwirken lassen kann; schottische Douche, wenn abwechselnd kaltes und heisses Wasser in irgend einer der vorangehenden Doucheformen auf den Körper applicirt wird; Dampfdouchen u. s. w.) haben das Gemeinsame des stärkeren mechanischen Hautreizes und der grösseren Abkühlung, da hierbei nicht eine ruhende, sich allmälig erwärmende Wasserschicht den Körper umgibt, sondern unaufhörlich nur kühle Wassermassen den Körper umfliessen.

3) **Oertliche Bäder.** Je nach dem Körpertheil, auf den eine kleinere freie Wassermasse einwirkt, hat man zu unterscheiden Handbäder, die namentlich mit heissem Wasser genommen auf verschiedene Athembeschwerden günstig einwirken; Fussbäder theils in heissem Wasser ebenfalls bei Athembeschwerden, theils in kaltem Wasser mit gleichzeitiger tüchtiger Frottirung der Fusshaut; letztere nach Winternitz von vorzüglichem Erfolge bei allen auf Congestion zum Kopfe beruhenden Kopfschmerzen, bei chronischer Verstopfung, bei habitueller Kälte der Füsse u. s. w.; dagegen zu verpönen bei Gehirnanämie und allen Leiden der Harnorgane; Sitzbäder, bei denen der Kranke entweder in warmem, heissem oder kaltem Wasser sitzt, Füsse und Oberkörper aber ausserhalb des Wassers hat; zweckmässig hüllt man dabei den ganzen Menschen sammt dem Sitzbad in ein grosses Tuch. Das lang dauernde körperwarme (35—40° C.) Sitzbad mässigt alle im Bereiche der Unterleibsorgane vorkommende Schmerzen, Darm-, Blasen-, Menstrualkoliken. Das lang dauernde kühle Sitzbald (20 bis 25° C.) findet zweckmässige Verwendung bei Entzündungen der in das Wasser gelangenden Theile: bei Entzündungen der Harnröhre (auch bei gonorrhoischen), der Blase, des Uterus, der Ovarien; bei Hämorrhoidalknoten, Mastdarmentzündung; das lang dauernde kalte (10—20° C.) wirkt ähnlich (nur manchmal Erkältungskrankheiten nach sich ziehend, wenn man nicht energische Frottirung der erkälteten Theile nachfolgen lässt). Winternitz rühmt ganz besonders deren grosse Erfolge bei den verschiedenartigsten Durchfällen, sogar bei Ruhr; nur müssten vorher die

betroffenen Theile stark kalt frottirt und nachher eine feuchte Baucheinwickelung vorgenommen werden.

4) **Die Verwendung von nassen Tüchern und von Abreibungen** ist eine höchst mannigfache und hat den Vortheil, nicht viel Wasser nöthig zu machen, einen kurzen, starken Kältereiz zu setzen, auf welchen eine rasche Erwärmung folgt, und in dieser Weise ein stärkeres Wärmegefühl zu verursachen, als von vornherein angewendete warme Umschläge. Man kann den ganzen Körper in ein nasskaltes Tuch schlagen und unter demselben die Haut, vorne durch den Kranken selbst, und hinten durch den Diener reiben lassen (Mantelabreibung). Will man auch etwas Wärmeentziehung mit verbinden, so kann man ein triefend nasses Tuch nehmen, den Körper darunter tüchtig frottiren und von Zeit zu Zeit etwas frisches Wasser auf die Umhüllung aufgiessen lassen (Lakenbad). Man kann um den im Bett liegenden Kranken ein feuchtkaltes Leintuch und über dieses wollene Decken wickeln und den Kranken darin stundenlang liegen lassen (nasse Einpackung); ist die Einpackung eine sehr gute, dann tritt Schwitzen ein, wenn weniger fest, macht sich nur die feuchte Wärme geltend. Immer wird die Haut dadurch blutreicher und demnach besser genährt. Man kann auch örtlich mit nassen Tüchern auf alle möglichen Körpertheile kalte (durch Aufgiessen immer kalt gehaltene) oder kalte und allmälig warm werdende Umschläge machen, also z. B. auf den Kopf, um den Hals, die Brust, den Bauch, die Arme und Füsse. Die ersteren wirken einfach kühlend, entzündungswidrig, die letzteren befördern an Ort und Stelle die Hautcirculation, machen die Haut blutreicher, bringen dieselbe zur Transpiration und entlasten tiefere entzündlich congestionirte Organe. Die ersteren können einfach aufgelegt werden; bei letzteren bedeckt man nach Application des feuchtkalten Tuches dasselbe mit impermeabeln Stoffen (Gummileinen, Guttaperchapapier).

Treten bei den feuchten Einwickelungen Hautausschläge ein, so sind sie hinwegzulassen.

Die Anwendung findet sich im therapeutischen Theil.

5) **Kühlvorrichtungen.** Um manche Körpertheile längere Zeit einem gleichen niedrigen Temperaturgrade auszusetzen, z. B. dem des schmelzenden Eises, kann man anwenden eigene Eisbeutel (aus Schweinsblase oder Kautschukbeuteln), Rückenschläuche (Chapman), d. i. mit eiskaltem oder heissem Wasser gefüllte längliche Säcke, mit denen Chapman hochgradige Einwirkung auf den Kreislauf und die Erregbarkeit der nervösen Centralorgane hervorgerufen haben will, ohne aber über das Stadium der Hypothese hinauszukommen; Kühlkissen, auf denen der Kranke mit Rücken oder Gesäss liegt, Kühlkappen (Winternitz), d. i. hohle Kautschukkappen, die den ganzen Schädel umgeben und durch welche kaltes

Wasser geleitet wird, Halscravatten, mit Eis gefüllte, Schweinsdarm oder Kautschukschläuchen verfertigte Halsumschläge, Kühlzapfen (Atzberger'sche) für den Mastdarm, durch welchen eiskaltes Wasser geleitet wird, Kühlblasen für die Scheide (Kisch) und den Mastdarm (Winternitz) bei Hämorrhoidalknoten und Entzündungen der benachbarten Rectal- und Genitaltheile, bei Metrorrhagien u. s. w.; Kühlkatheter mit doppeltem Wasserlauf zur Einführung in die Harnröhre und -blase (Winternitz) bei allen möglichen Formen von Geschlechtsschwäche, Samenfluss, zur Einführung in den Mastdarm (Kemperdick) u. s. w.

6) **Schwitzverfahren.** Man kann in zweierlei Weise die Haut zum Schwitzen bringen, ohne oder durch Zufuhr äusserer Wärme.

In ersterer Weise wirkt a) die nasse Einpackung (feuchte Schwitzeinpackung), die auf S. 151 besprochen ist und b) die trockene Einpackung, wobei der Kranke ganz und gar nur mit Freilassung des Kopfes hermetisch in wollene Tücher gepackt, mit Federkissen gut zugedeckt und 2—3 Stunden in solcher Weise liegen gelassen wird. Es wird hierdurch bei nicht erhöhter Körpertemperatur eine ausserordentlich starke Schweisserregung hervorgerufen, so dass die Haut wie macerirt und sehr heiss wird und nach Auspackung noch lange ein höheres Wärmegefühl hat. Es tritt deshalb weit seltener Erkältung bei dem curmässigen Gebrauche ein, so dass man sie auch die Wintermonate hindurch anwenden kann (Runge). Die Behaglichkeit des Kranken in einer solchen Einpackung ist allerdings sehr gestört; es kommt oft zu Athemnoth, Congestion zum Gehirn, Herzklopfen.

Durch Zufuhr äusserer Wärme rufen starke Schweissbildung hervor: a) die sogenannten römisch-irischen (türkischen) Bäder, welche vier verschiedene Kammern nöthig machen, eine 15—20° C. warme zum An- und Auskleiden und zum Anziehen nach durchgemachter Procedur, ein Tepidarium, d. i. ein 50° warmer Vorraum, in welchem durch active Bewegungen, sowie durch Kneten und Reiben der Haut die Schweisserzeugung angeregt wird; ferner ein Sudatorium, in das stets eine frische heisse Luft von 64—68° C. eingeleitet werden muss zum Schwitzen, und endlich ein Frigidarium, um nach dem Schwitzen eine kurz (10 Sec.) dauernde kalte Douche oder Vollbad zu nehmen. Dauer des Bades je nach der Individualität 15—100 Minuten. Beim römisch-irischen, wie bei dem folgenden Dampfbade steigt die Körpertemperatur im Durchschnitt um 1° C., ja es können fieberähnliche Symptome eintreten. Das Schwitzen ist weniger unangenehm, weil man sich frei bewegen kann. Dagegen ist die Wirkung der trockenen Luft bei der angegebenen Hitze auf Haut und Schleimhäute, wenn eintretend, störend; durch die Anämie der inneren Organe in Folge des grossen Blutreichthums der ganzen Körperhaut können

auch Ohnmachten eintreten. Blutleere und herabgekommene Individuen vertragen daher diese Schwitzform durchaus nicht. b) Von Dampfbädern hat man zwei Formen, die sogen. russischen, bei denen der ganze Körper in einem mit heissem Wasserdampf erfüllten Raume liegt, und die Kastendampfbäder, bei denen nur der Rumpf, nicht aber der Kopf einer mit heissen Dämpfen erfüllten Luft ausgesetzt und man nicht gezwungen ist, die heisse Luft auch einzuathmen. Der Aufenthalt in solchen mit heissen Wasserdämpfen geschwängerten Räumen ist viel schwerer zu ertragen, als der in trockenheisser Luft (S. 118). Die noch verträgliche Temperatur liegt zwischen 50—60° C., in den Kastendampfbädern höher, als bei den russischen. Dauer 5—6 Minuten. Auch nach den Dampfbädern ist eine kurz dauernde, aber energische reizende Abkühlung des Körpers durch eine recht kalte Douche oder Vollbad nöthig. c) Mittelst der heissen Sandbäder kann man auch einzelne Körpertheile der trockenen Hitze aussetzen.

Empfohlen werden die Dampfbäder bei rheumatischen, gichtischen und katarrhalischen Leiden, zur Resorption stehen gebliebener Exsudate, bei manchen Wassersuchten. Nicht dürfen Schwitzbäder angewendet werden bei allen fieberhaften und Zehrungs- und schweren Kreislaufskrankheiten.

Die Wasserheilanstalten

verbinden gegenwärtig mit den oben angeführten Badeformen auch Kiefernadel-, Malz-, Lohbäder und ähnliche Spielereien. Von grösserer Wichtigkeit ist die Ausbildung des leitenden Arztes.

Folgendes sind nach einem von Reimer angefertigten Verzeichnisse die hauptsächlichsten Anstalten in alphabetischer Ordnung:

1) in **Deutschland**: Alexandersbad im Fichtelgebirge; Arendsee am gleichnamigen See in der Altmark; Boppard mit 2 Anstalten: dem Sommer- und Wintercurhaltenden Marienberg und dem einfacheren Mühlbad; Cleve, preussische Stadt an der holländischen Grenze mit dem Friedrich-Wilhelmsbad und einem Park nebst angrenzendem 28,000 Morgen grossen Hochwalde; Elgersburg, ein gothaisches Dorf; Feldberg in Mecklenburg-Strelitz; Gleisweiler in der bair. Pfalz; Godesberg bei Bonn; Herrenalb in Württemberg; Hofheim am Taunus; Ilmenau in Thüringen; Johannisberg im Rheingau; Königsbrunn in der sächs. Schweiz; Königsstein am Taunus; Laubbach bei Coblenz; Lauterberg am Harz; Liebenstein in Thüringen mit 2 Anstalten; Michelstadt im Odenwald; Nassau an der Lahn mit Winter- und Sommercur; Schweizermühle in der sächsischen

Schweiz; Sonneberg in Thüringen; Sophienbad an der Eisenbahnstation Reinbeck (Berlin-Hamburger Linie); Stuer in Mecklenburg; Teinach bei Stuttgart; Wiesbaden am Taunus mit 2 Anstalten: dem Nerothal und der Dietenmühle; Wolfsanger bei Cassel;

2) in **Oesterreich:** Eggenberg in Steiermark; Eichwald in Böhmen; Fürstenhof in Steiermark; Gräfenberg in österreich. Schlesien; Kaltenleutgeben mit 2 Anstalten; Krenzen in Oberösterreich an der Donau; Obermais zu Meran; St. Radegund in Steiermark; Wartenberg in Böhmen; Zuckmantel in österr. Schlesien;

3) in der **Schweiz:** Albisbrunn im Kanton Zürich; Brestenberg im Kanton Aargau; Buchenthal im Kanton St. Gallen; Mammern im Kanton Thurgau; Schönbrunn am Zuger See; Schöneck am Vierwaldstätter See.

II. Bedeutung und Wirkung des Wassers bei innerlichem Gebrauche.

Das Wasser ist ein nicht minder wichtiges Nahrungsmittel, wie Eiweiss, Salz, Fett, und für den Bestand, für die Umsetzungen und den Stoffwechsel im thierischen Körper von derselben grossen Bedeutung, wie diese. Es macht überhaupt den grösseren ($^2/_3$) Theil des thierischen Körpers aus. Der ausgewachsene Körper enthält fast 70, der nicht ausgewachsene 87 pCt. Wasser, zum grossen Theile im freien Zustande (im Blute sind 80 pCt., in der Lymphe 93 pCt. Wasser) und in diesem den Kreislauf und den Stoffwechsel ermöglichend, und durch seine Ausdunstung zur Temperaturregulation wesentlich beitragend; zum anderen Theil in physikalischer und chemischer Bindung in den Körpergeweben, deren Elasticität, Spannung, electrische und Wärmeleistungsfähigkeit u. s. w. bedingend. Je nach der Lufttemperatur, der Arbeit verbraucht ein erwachsener Mensch täglich 2—3 Liter Wasser, welche er durch Athmung, Hautverdunstung, Schweiss, Harn, Koth verliert und mit der Nahrung und den Getränken wieder aufnimmt. Dass das Wasser nicht so hoch geachtet wird, wie die übrigen Nahrungsmittel, liegt nur daran, weil es uns die Natur meistens in überreichlichem Maasse umsonst gewährt und weil wir einen grossen Theil unseres Wasserbedarfs in anderen Nahrungsmitteln und Getränken zu uns nehmen. Bier, Wein, Milch enthalten 86—90 pCt., Gemüse, Obst 75—90 pCt., Fleisch 70—80 pCt., Brod 40 pCt. Wasser. Seine Kostbarkeit wird erst empfunden, wenn man es nicht haben kann. Das Gefühl des Durstes, mit dem der Organismus Wassermangel anzeigt, ist viel zwingender und peinigender als das Hungergefühl und so unerträg-

lich, dass noch Niemand es fertig gebracht hat, sich freiwillig todt zu dursten.

Zum innerlichen Gebrauch geeignetes Wasser, das Trinkwasser, muss vom chemischen Standpunkte aus folgende Eigenschaften haben: es soll klar, farb- und geruchlos sein, in verschiedenen Jahreszeiten in seinen Bestandtheilen wenig schwankend und niedrig temperirt (6—12 ⁰ C.) sein; wenig organische Stoffe und gar keine Fäulnissorganismen, ferner kein Ammoniak, keine salpetrige Säure und keine grosse Menge von Nitraten, Sulfaten und Chloriden enthalten und endlich nicht zu hart (nicht stark Magnesiumsalzhaltig) sein (F. Fischer). Ein starker Gasgehalt macht ein Trinkwasser vorzüglicher; die besten enthalten 4 pCt. Luft, nämlich 1,6 bis 2,5 pCt. Stickstoff, 0,75 pCt. Sauerstoff und 1,05—1,95 pCt. Kohlensäure, letztere allerdings nur zum Theil frei, zum Theil als Bicarbonat an eine Erde gebunden. Die Luft des Wassers enthält demnach im Verhältniss zur gleichen Stickstoffmenge mehr Sauerstoff und bedeutend mehr Kohlensäure, als die Atmosphäre.

Das getrunkene kalte Wasser wirkt sowohl als Nahrungs- und als ein den Stoffwechsel, die Aufnahme und Ausgabe von Stoffen beförderndes Mittel, wie auch als reizendes, reflectorisch die Innervation der Blutgefässe und des Verdauungscanals mächtig beeinflussendes und endlich auch als ein örtlich und entfernt die Temperatur des Körpers beeinflussendes Mittel.

Aufnahme und Ausscheidung des getrunkenen Wassers. Im Magen- und Darmcanal tritt ausser der Erleichterung der Verdauung in Folge theils unmittelbarer, theils mittelbarer (durch die vermehrten Darmsäfte) Verdünnung des Speisebreies auch eine entschiedene Kräftigung und wahrscheinlich Beschleunigung der Peristaltik ein (Ausstossen von Gasen nach oben und unten, beschleunigte Stuhlentleerung) in Folge einer Reizwirkung. Wird allerdings zu viel kaltes Wasser getrunken, dann entsteht das Gefühl von Kälte, Völle und Bewegungslosigkeit des Magens und es hört die Resorptionskraft eine Zeit lang fast vollständig auf.

Im Leben kann der Magen des Hundes (beim Menschen sind noch keine genauen Versuche angestellt) höchstens 40 pCt. der Wassermasse aufnehmen, welche er im getödteten Zustand aufnehmen kann (Falck d. J.); es entspricht beispielsweise eine vitale Capacität von 1400 Ccm. einer mortalen von 3500 Ccm.

Im Magen und Darm wird das Wasser verhältnissmässig sehr rasch von den Lymph- und Blutgefässen aufgesaugt; nach den bekannten Gesetzen der Diffusion um so rascher, je niedriger der Wassergehalt (nach starkem Durchfall, Schweiss, Blutverlust) und der Druck des Blutes auf der einen, und je reiner, salzärmer und kohlensäurereicher das getrunkene Wasser auf der anderen Seite ist. Dass der grösste Theil des letzteren in das Pfortadergebiet

gelangt, beweist dessen gegenüber anderen Blutbezirken immer grösserer Wassergehalt. Nur bei krankhaften Magenzuständen, nach zu starkem Genuss sehr kalten Wassers bleibt letzteres oft stundenlang unresorbirt im Magen liegen.

Die Ausscheidung des Wassers erfolgt hauptsächlich auf drei Wegen: am stärksten durch die Nieren, welche in mittleren normalen Verhältnissen 1600, durch die Haut, welche 700 und durch die Lungenathmung, welche 300—400 Gramm Wasser aus dem Körper entfernt. Die Ausscheidung des Wassers aus Haut und Lunge ist weniger von der Wasseraufnahme, als vielmehr von dem Temperaturgrad und dem Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft abhängig; sind diese günstig, dann können allerdings ausserordentlich grosse Mengen Wassers auf diesen Wegen entfernt werden. Sind dieselben dagegen ungünstig, dann wird durch innerlich genossenes, namentlich kaltes Wasser nie Schweissabscheidung angeregt, sondern viel eher herabgesetzt; und aller in den Organismus eingedrungener Wasserüberschuss geht als Harn aus demselben wieder hinaus. Auch mit der Galle, dem Bauchspeichel u. s. w. (Röhrig) werden grosse Wassermengen aus der Blutbahn wieder ausgeschieden, allerdings in den späteren Darmabschnitten auch wieder resorbirt, so dass die vermehrte Secretion dieser Darmsäfte zwar eine grosse physiologische Bedeutung für die Ernährung, dagegen eine meist nur geringe Bedeutung (mit Ausnahme von Krankheitszuständen) für die Entleerung des Wassers nach aussen hat.

Das in die Blutflüssigkeit aufgenommene, dieselbe verdünnende Wasser wird, selbst, wenn viele Liter getrunken worden sind, ausserordentlich rasch wieder aus derselben entfernt; ja Böcker behauptet, dass schon $^1/_2$ Stunde nach einem solchen starken kalten Trunke das Blut wieder wasserärmer sei als nach 24stündigem Dursten. Diese Beobachtung stimmt übrigens mit den meisten über die Menge des ausgeschiedenen Harns angestellten gut überein, nach denen nach reichlichem Wassertrinken stets viel mehr Wasser mit dem Urin den Körper wieder verlässt, als in denselben eingeführt wurde. Nach C. Ph. Falck entspricht einer Steigerung der Wasserzufuhr um das Doppelte, eine Verdünnung des nachher gelassenen Harns um das Dreifache. Es ist sonach das Wasser bei innerlichem Gebrauche geradezu ein Diureticum, wahrscheinlich nicht nur wegen des vermehrten Wassergehaltes des Blutes, sondern vorzüglich in Folge der reflectorischen Blutdrucksteigerung und des die Nieren unter stärkerer Spannung durchströmenden Blutes (Falck, Böcker, Genth u. A.).

Einfluss auf den Stoffwechsel. Mit dem Wassergehalt steigt auch die Menge der festen Harnbestandtheile, namentlich des stickstoffhaltigen Harnstoffs, der phosphorsauren und schwefelsauren Salze. Diese, sowie die gleichzeitig geringere Harnsäure-,

die vermehrte Kohlensäureausscheidung, sowie die Aufnahme grösserer Mengen von Sauerstoff deuten auf eine (in Folge der stärkeren Durchströmung der Organe mit der grösseren Blutmasse) eintretende Steigerung der Oxydationsvorgänge hin (Bequerel, Lehmann, Genth u. A.). Falck allerdings gibt an, dass nur das Harnwasser, nicht aber die festen Harnbestandtheile durch Wassertrinken gesteigert würden. Auch nach den Untersuchungen von Jacob Mayer an einem grossen Hunde geht gesteigerte Stickstoffausscheidung nicht nothwendig mit gesteigerter Wasserausscheidung einher; wo sich ein solcher Zusammenhang aber zeigt, so ist dies nicht Folge davon, dass mehr Eiweiss im Körper der Zersetzung anheimfällt, sondern vielmehr davon, dass in Folge der vermehrten Wasserzufuhr der Harnstoff und andere höher gegliederte stickstoffhaltige Körper aus den Geweben ausgelaugt und vorübergehend in vermehrter Menge ausgeschieden werden.

Das in Folge des vermehrten Stoffwechsels gesteigerte Nahrungsbedürfniss und die vermehrte Nahrungsaufnahme bedingt in Zusammenhalt mit der durch bessere Verdünnung des Speisebreies, stärkere Absonderung der Verdauungskräfte u. s. w. bedingten rascheren Nahrungsaufnahme eine Aufbesserung der Ernährung, grösseres Kraftgefühl u. s. w. Merkwürdig ist die Angabe von Bidder und Schmidt, dass ein verhungernder Organismus bei reichlicher Wasseraufnahme trotz vermehrter Harnausscheidung viel langsamer sich consumire, also viel weniger Stickstoff und Kohlenstoff (Eiweiss und Fett) verbrauche, als in der gleichen Zeit ein anderer verhungernder, aber Wassermangel leidender Körper.

Die Beeinflussung der Temperatur ist keine unbedeutende, da die ganze getrunkene Wassermenge ihre niedrige Temperatur mit der des Körpers ausgleichen muss. Wenn $^1/_2$—1 Liter kalten Wassers getrunken wird, sinkt daher nach den Versuchen von Winternitz zuerst natürlich die Temperatur des Magens ganz ausserordentlich, und steigt so langsam, dass 3 Stunden nach dem Einnehmen die Normaltemperatur noch nicht wieder erreicht ist. Auch im Rectum und in der Achselhöhle beginnt nach dem Trinken nach kurzem Ansteigen ein Wärmeabfall von mehr als 1^0 C., der stundenlang andauert (Winternitz, Liebermeister u. A.).

Athmung und Kreislauf wurde von allen Beobachtern nach kaltem Trinken ziemlich verlangsamt, der Blutdruck gesteigert gefunden; Alles offenbar nur in Folge von reflectorischer Erregung der betreffenden Centren von den Magennerven aus.

Therapeutische Anwendung. Von der Uebertreibung, grosse Wassermengen täglich curmässig und in Verbindung mit anderen Kaltwassercuren trinken zu lassen, ist man vollständig zurückgekommen, weil man zu oft Verdauungsbeschwerden danach

eintreten sah und die gewünschten Wirkungen besser durch Trinken kohlensäurereicher und salzhaltiger Wässer erreichen lernte. Jetzt lassen wir kaltes Wasser trinken: 1) um den Durst zu löschen, auch Kranken, Fiebernden nach Bedürfniss; wir wissen, dass dies nur nützt, auch gegen die Fiebertemperatur, und nicht schadet; 2) mit einem nüchtern getrunkenen nicht zu grossen Glase frischen Wassers regen wir Stuhlgang und Darmperistaltik an; 3) bei allgemeinem Unbehagen, Kopfweh in Folge von Magenverstimmung nach üppigen Gelagen und bei sitzender Lebensweise ist reichliches Trinken namentlich von viel Sodawasser von vorzüglicher und rascher Wirkung. 4) Hemikranie und die begleitenden acuten Magenkatarrhe, das quälende Erbrechen kann man durch tägliches consequentes Trinken von 1 oder 2 Flaschen Sodawasser gänzlich vertreiben.

Ueberhaupt schlage ich, weil es besser vertragen wird, statt des Trinkens des oft ungesunden gewöhnlichen Trinkwassers Soda- oder ähnliche kohlensäurehaltige Wässer zum curmässigen Trinken vor.

III. Einflössungen von Wasser in den Darm. Klystiere.

Nachdem zuerst von G. Simon nachgewiesen war, dass forcirte Wassereinspritzungen vom Rectum aus schnell und ohne Schaden für den Menschen durch den ganzen Dickdarm gelangen können; nachdem ferner Falck (der Jüngere) bei Hunden das Wasser vom Rectum bis in den Dünndarm, ja bis in den Magen hatte gelangen sehen, hat namentlich durch die Hegar'sche Methode des Einflössens grösserer Flüssigkeitsmassen hoch in den Darm hinauf die Einführung verschieden temperirten Wassers in den letzteren eine viel grössere Bedeutung und Anwendbarkeit gefunden, wie früher.

Physiologische Wirkungen. Kühles in den Darm gespritztes Wasser wirkt als ein starker Reiz auf die Peristaltik und den Blutkreislauf des Darmes verstärkend und beschleunigend ein, so dass in Folge dessen Gase und Koth rasch nach aussen entleert werden und auch eine stärkere Secretion der Darmsäfte, namentlich der Galle eintritt (Röhrig). Warmes in den Darm gespritztes Wasser befördert ebenfalls den Stuhlgang, aber nicht durch Anregung der Peristaltik, sondern durch Aufweichung und Verflüssigung festerer Kothmassen.

Compendiöse Wasserklystiere wirken nur dann ausleerend, wenn ihre Temperatur von der des Darmes bedeutend differirt, und dadurch die Darmnerven stark reizt. Je mehr die Temperatur solcher Klystiere mit der des Darmes übereinstimmt, um so weniger wirken sie ausleerend, um so leichter werden sie ertragen und endlich resorbirt. Voluminöse Wasserklystiere wirken ebenfalls um so sicherer

ausleerend, je mehr ihre Temperatur von der des Darmes differirt. Voluminöse kalte und heisse Klystiere vermag der Darm nicht zu behalten, er muss sie wegen des heftigen Reizes (Temperaturdifferenz und Darmdehnung) wieder ausgeben. Blutwarmes Wasser dagegen vermag der Darm in grossen Mengen zu behalten, namentlich, wenn es nicht auf einmal, sondern allmälig zugeführt wird (Falck d. J.).

Ferner wird nicht allein die Temperatur der Unterleibsorgane, sondern auch des ganzen Körpers beeinflusst, um so stärker, je kälter, je mehr und je länger das Wasser im Darm bleibt. Nach Lapin-Manassein setzen Eingiessungen in den Darm (1 Liter Wasser von 5—10° C.) die Temperatur nicht nur im Mastdarm, sondern auch in der Achsel um einige Zehntel, auf der Haut des Hypogastrium um 1—1,5° C. herab und bewirkten eine geringe Abnahme der Puls- und Athemfrequenz. Die Temperatur der Achsel erreichte nach Klystieren von 10° C. erst nach 30—40 Minuten, im Hypogastrium nach 1 Stunde und im Rectum nach 1½ Stunden ihre frühere Höhe. Noch länger war die Wirkung der Klystiere von 5° C., die jedoch nicht von Allen gut vertragen wurden. Bei Fiebernden war der Temperaturabfall steiler, als bei Nichtfiebernden. Da die eingegossene Flüssigkeit nur kurze Zeit im Darme verblieben war, glaubt Lapin, dass die Wirkung sich nicht allein durch die Wärmeentziehung beim Erwärmen des kalten Wassers erklären lasse, sondern dass vielleicht eine reflectorische Erweiterung der Hautgefässe oder eine geringere Wärmebildung in den von der Abkühlung unmittelbar betroffenen Geweben stattfinde.

Therapeutische Anwendung. Eine Hauptanwendung finden kühle Klystiere oder besser Einflössungen 1) zur Beschleunigung oder Hervorrufung einer Darmentleerung und Entfernung von Bandwurmtheilen und Oxyuren; doch darf man sie nie zu lange bei demselben Individuum fortsetzen, weil sie schliesslich durch Schwächung der Darmmusculatur und der Bauchpresse das Gegentheil zu bewirken pflegen. 2) Bei Gelbsucht werden nach Mosler, Krull durch 2—3mal täglich wiederholte Eingiessungen von 1 bis 2 Liter Wasser von 20° C. sowohl alle subjectiven Erscheinungen (Uebelsein, Verstimmung, Hautjucken), wie auch der Stuhlgang, die Gallenabsonderung, die gelbe Hautfärbung wesentlich und schnell gebessert. 3) Bei Ruhr kann man durch starke Wassereinflössung die reizenden und zersetzenden Stoffe aus dem Darm hinwegspülen, um später adstringirende und antiseptische Lösungen auf demselben Wege nachfolgen zu lassen (Mosler). 4) In manchen Fällen von Darmstenose (coprostatischen und anderen) hat man lauwarme Einflössungen mit gutem Erfolg versucht. 5) Bei allen möglichen Verdauungsstörungen, Magen-Darmkatarrhen, Magengeschwüren, Flatulenz u. s. w. empfiehlt Preiss tägliche, kühle (15° C.) kleine

(— $\frac{1}{4}$ Liter) zurückzuhaltende und zur Resorption zu bringende Klystiere.

Methoden. Das Wasser wird entweder mit den seit lange bekannten Klystierspritzen, Druckpumpen oder zweckmässiger mittelst der Hegar'schen Einflössungen in den Darm gebracht. Nach letzterer Weise wird ein mit einem Kautschukschlauch versehenes längeres elastisches Rohr hoch in den Darm hinaufgeführt und in den Kautschukschlauch mittelst eines Trichters Wasser gegossen. Der Kranke hat dabei entweder in Knie-Ellenbogen- oder einer ähnlichen Lage, bei welcher die Brust gegen das Becken sehr tief steht, zu verharren. Es werden dadurch alle Widerstände gegen die durch Emporheben des Trichters auf den Wassersäulendruck von ca. 30 Ctm. Höhe gesetzte Flüssigkeit derart aufgehoben, dass dieselbe zuerst förmlich verschlungen wird. Schliesslich wird das Einfliessen immer langsamer; wenn der Afterschliessmuskel insufficient wird und Wasser neben dem Rohr ausfliesst, hört man mit Nachgiessen auf.

IV. Wassereinspritzungen in verschiedene Körperhöhlen, -kanäle und unter die Haut.

Gurgeln mit kaltem (Eis-) Wasser ist von vorzüglicher Wirkung auf acute (die es geradezu coupiren kann) und chronische Katarrhe des Rachens.

Kalte Einspritzungen in die Nase, Ohren, Scheide, Harnblase führen oft zu Erkältungskrankheiten, ohne ihren therapeutischen Zweck erreicht zu haben, so dass man sie jedenfalls nur kurzdauernd und mit Vorsicht anwenden sollte.

Thiede empfiehlt neuerlich bei Wochenbettserkrankungen eine mehrtägige unaufhörliche Ausspülung der Gebärmutter mit eiskaltem Wasser, einmal um dieselbe sorgfältigst zu reinigen und um entzündungswidrig einzuwirken; so lange die abfliessende Flüssigkeit noch trübe ist, sei carbolisirtes Wasser zu verwenden. Die Wöchnerin wird auf eine Guttaperchaunterlage gebracht, welche in der Mitte trichterförmig in einen Gummischlauch ausläuft; letzterer wird durch die Matratze hindurch in ein unter dem Bett stehendes Gefäss geleitet. Anfangs wurde das von Schede angegebene Drainrohr, ein Gummischlauch mit Querbalken, später ein biegsamer zinnerner Katheter angewendet. Thiede will sehr günstige Ergebnisse sowohl hinsichtlich des Verlaufs, wie der Sterblichkeit bei diesem Verfahren gehabt haben.

Einspritzungen von gewöhnlichem Wasser unter die Haut sind in kleinen Mengen ungefährlich, doch bisweilen Abscesse

hervorrufend, führen dagegen in relativ grosser Menge sogar den Tod des Versuchsthieres sehr schnell herbei unter den Erscheinungen von Adynamie, Verlangsamung der Athmung und Herzthätigkeit, starkem Temperaturabfall, von blutigem eiweisshaltigen Urin und Convulsionen, trotzdem, dass von dem Unterhautzellgewebe die Resorption langsamer vor sich geht, als z. B. vom nüchternen Magen aus (Falck jun.).

Therapeutisch hat man Einspritzungen von 1—2 Grm. kalten Wassers unter die Haut in die Nähe schmerzhafter Nerven oder bei Rheumartritis in die Nähe des erkrankten Gelenkes bereits mehrmals als schmerzberuhigend empfohlen (Potain, Liron).

Kalte Luft.

Zwar hat schon 1745 der alte Phil. und Med.-Doctor und Practicus Johann Siegemund Hahn von dem frischen luftigen Verhalten der Patienten, sonderlich in hitzigen Krankheiten ein Loblied gesungen: „Niemand wundre sich, wenn wir auch den allerhitzigsten Febricitanten, ob sie auch mit Friesel, Petetschen oder andern Ausschlägen überschüttet wären und von Schweisse gleichsam zerflüssen mögten, erlauben, ohne Kleider, im blossen Hembde im Bette zu liegen, sich nach Gutbefinden auf oder wieder zuzudecken, die Ueberzüge und andere leinene Geräthe oft frisch abzuwechseln und Fenster oder Thüren sich öffnen zu lassen; denn bei solchem Verhalten haben wir angemerkt, dass die Patienten davon grosse Erleichterung und Erquickung (welches sie selbst bekennen) überkommen, ziemlich geruhig werden, der Schweiss zwar nicht gänzlich zurückbleibe, aber doch erträglich und mässig flüsse; dass sie meistens gar nicht, wenn es aber geschieht, doch nur gar wenig phantasiren, unter Ohnmachten nicht vergehn, und selten einer davon dem Tode zum Theil werde, zumal wenn dabei das frische Trinken und Waschen zu Hilfe nimmt u. s. w." Allein erst die Gegenwart hat der frischen kalten Luft wieder eine allgemeinere Bedeutung in Behandlung namentlich fieberhafter Krankheiten zu geben versucht. Bis in die jüngste Zeit hat man die fieber- und entzündungswidrige Wirkung der Kälte nur mittelst kalten Wassers in Form von Bädern, Umschlägen, Waschungen in Anwendung gezogen. Ueber die in gleicher Weise zur Abkühlung und Desinfection zu verwendende kalte Luft aber hat erst 1879 Kaczorowski einen Aufsatz veröffentlicht, dessen wesentlicher Inhalt folgendes besagt:

1) Kalte Luft bei Behandlung des Fiebers. Eine gute Ventilation der Krankenzimmer erfreut sich schon lange allgemeiner

Anerkennung. Die Temperatur der Krankenzimmer lässt man dagegen nicht gern unter 12° C. heruntergehen; und jedenfalls hat bis jetzt noch Niemand Zimmertemperaturen unter 12° C. für Kranke empfohlen. Der Grund, warum die kalte Luft, welche doch im Winter das leichtest und billigst zu erlangende kalte Agens ist, so wenig therapeutische Nutzanwendung findet, ist wohl in der immer noch allgemein verbreiteten Erkältungsfurcht zu finden, die sich namentlich vor kalter Luft, besonders sog. Zugluft, viel weniger vor kaltem Wasser äussert. Die Erfahrung aber z. B. auf dem Gräfenberge hat gezeigt, dass die in der kühlen Bergluft ohne Bedeckung umherwandelnden und auch im Hause absichtlich fortwährend der Zugluft ausgesetzten Kranken keinen Schaden leiden, im Gegentheil sich dort bald so abhärten, dass sie zu fanatischen Aposteln der Zugluft werden. Es ist nicht blos die grössere Reinheit der freien Luft, welche die allem Wetter trotzenden Menschen gesund erhält; auch der in Stuben eingeschlossenen kalten Luft hängt eine gewisse gesundmachende Kraft an; die Kälte hemmt sowohl die Keimung der Gährungs-, wie auch anderer krankmachender Pilze.

Auf der anderen Seite kann man nicht leugnen, dass kalte Luft unter gewissen Umständen, wenn sie sehr feucht und bewegt ist und wenn der Körper stark erhitzt war, eine ganze Reihe von Erkrankungen nach sich ziehen kann. Dagegen erkältet sich ein erhitzter Mensch nicht leicht in kalter Luft, wenn er in lebhafter Bewegung bleibt; er kann ein heisses Luft- oder Dampfbad ungestraft durch eine kalte Douche unterbrechen, und selbst der Empfindlichste verträgt eine kalte Abreibung recht gut, wenn er in dampfendem Schweiss gebadet liegt. Erst dann, wenn eine Reaction, sei es durch Muskelthätigkeit, sei es durch Reiben der Haut lange ausbleibt, dann tritt eine Erkältungskrankheit innerer Organe ein.

Die Haut eines Fiebernden ist aber der Kälteeinwirkung gegenüber viel günstiger situirt, wie die eines Gesunden; es ist dies durch den Nutzen und die gänzliche Schadlosigkeit kalter Vollbäder hinreichend bewiesen.

Es ist da nun nicht recht abzusehen, warum zum Zweck der Wärmeentziehung statt des Wassers nicht auch die Luft herangezogen werden dürfte, da ja die Haut sich leichter an die Temperatur der Luft, wie an die gleiche des Wassers accomodirt (vgl. S. 000); da ein kaltes Luftbad niemals einen so unangenehmen Eindruck auf die Hautnerven hervorruft, wie ein gleichtemperirtes Wasserbad. Während ferner im kalten Wasserbade die untere Hälfte des Körpers stärker abgekühlt wird und in Folge dessen häufig störende und sogar gefährliche Fluxionen zu Brust und Kopf enstehen, lässt sich beim Luftbade durch die Art der Bedeckung des Kranken die Einwirkung der Kälte ganz willkürlich dirigiren und auf die edleren Theile des Oberkörpers beschränken. Endlich dürfte dem kalten Luftbade noch der Vorzug vor dem Wasserbade

zukommen, dass ersteres mit gleichmässiger Constanz lange Zeit fortzuwirken geeignet ist, während das Wasserbad nur stossweise die Temperatur herabdrückt, um dieselbe schon nach einigen Stunden zur früheren Höhe wieder anwachsen zu lassen.

Kaczorowski theilt gleichzeitig eine Reihe practischer Erfahrungen mit, die obige aprioristische Voraussetzung zu bewahrheiten geeignet sind. Schwere Fälle von Blattern, Scharlach mit diphtheritischen Mandelzerstörungen, Masern, Gesichtsrose, Fleck- und Abdominaltyphus, Lungen-, Rippenfell-, Gehirnhautentzündung, acuter Gelenkrheumatismus wurden in solcher Weise mit dem günstigsten Erfolge behandelt.

Das Verfahren bei der Kalteluftbehandlung dieser Krankheiten besteht darin, dass die Kranken, so lange sie fiebern, in einem möglichst kalten Zimmer liegen, dessen Fenster Tag und Nacht offen stehen. Es ist rathsam, zu diesem Zweck ein bis dahin nicht geheiztes Zimmer zu wählen; denn selbst im Winter gehören mehrere Tage dazu, um ein mit Kranken belegtes Zimmer durch alleiniges Aussetzen des Heizens und Offenlassen der Fenster von einer Temperatur von 18° C. auf 12° C. herunterzubringen. Selten sinkt unter solchen Umständen die Temperatur unter 7,5° C., höchstens während der Nacht auf 6° C., auch 5° C. Gewöhnlich schwankt die Temperatur zwischen 7 und 8° C. Es ist zweckmässiger, da wo nur 1 Fenster vorhanden, stets das ganze Fenster und nicht Theile desselben zu öffnen; bei mehrfenstrigen Zimmern kann man, namentlich bei grossem Wassergehalt der Luft, ein Fenster geschlossen halten. Die Kranken werden je nach ihrer Empfindlichkeit gegen Kälte entweder mit einer linnenen oder wollenen Decke bedeckt, aber so, dass der Kopf und die Brust möglichst frei bleiben; nur die Füsse werden mit einer besonderen wollenen Decke eingehüllt.

So lange die Kranken fiebern, klagen sie nach K. niemals über unangenehmes Kältegefühl — im Gegentheil äussern die intelligenteren eine grosse Behaglichkeit, während die beschränkteren gar kein Bewusstsein ihres Fiebers haben. Je höher die Temperatur des Fiebernden ist, eine um so leichtere Bedeckung wird vertragen. Flecktyphuskranke z. B. halten bei einer Zimmertemperatur von 7,5° C. ganz gut mit einer leinenen Decke aus. Selbst wenn die Kranken in Schweiss gerathen, ist ihnen, sofern die Körpertemperatur noch erhöht ist, die kalte Luft keineswegs unbehaglich, auch dann nicht, wenn sie genöthigt sind, sich z. B. bei den Ausleerungen für kurze Zeit zu entblössen. Treten mit der Defervescenz Schweisse ein, so werden die Kranken etwas wärmer zugedeckt; indessen fallen bei der Kalteluftbehandlung die Schweisse nicht so ergiebig aus, wie unter gewöhnlichen Verhältnissen, ohne dass hiervon ein Schaden ersichtlich würde. Mit dem Abfall des Fiebers werden die Kranken in ein wärmeres Zimmer gebracht, doch nicht über 12° C., weil sie sonst sehr leicht katarrhalisch

erkranken. Erst wenn sich die Kranken ausser Bett bewegen können, vertragen sie eine Temperatur von 17—18° C.

In der kalten Luft wird nicht nur das Fiebergefühl herabgesetzt oder ganz aufgehoben; auch andere Symptome, z. B. Kopfschmerzen, Ohrensausen, Schlaflosigkeit werden selten geklagt. Selbst bei fiebernden Lungenkranken will K. nie eine Vermehrung des Hustens nach Versetzung in kalter Luft wahrgenommen haben.

Auch die objectiven Erscheinungen, welche bei Einwirkung der kalten Luft an Fiebernden wahrgenommen werden, sind nicht so auffällig, wie die nach Kaltwasserbädern: die Temperaturcurve zeigt keine jähen Sprünge um ganze Grade, sondern nur ein ganz langsames Sinken um einige Zehntel Grade in den ersten Tagen, bleibt dann mehrere Tage auf derselben Höhe stehen und geht in den letzten Tagen allmälig bis zur normalen Ziffer herunter.

Von chronischen Krankheiten fand K., dass sich die Asthmatiker in kalter Luft am wohlsten befanden; auch die an chronischer Bronchitis und Emphysem leidenden Kranken fühlten sich leichter auf der Brust, litten weniger an Husten und Auswurf. Die chronischen Pneumoniker reagirten in verschiedener Weise auf die kalte Luft; entschieden günstig werden die Blutspeier beeinflusst; dagegen litten die weit vorgeschrittenen Phthisiker unter Temperaturen von 12° C. an allgemeinem Unbehagen und stärkerem Hustenreiz und befanden sich in geheiztem Raum bei häufig vorgenommener Ventilation und bei einer Temperatur von 15° C. weit besser, wie in geschlossenen warmen Räumen. Viele an chronischer Pneumonie Leidende befinden sich bei täglichem Spazierengehen in freier Luft auch im Winter besser, als bei Stubensitzen; nur darf man sie bei der Rückkehr vom Spaziergang nicht in überheizte abgesperrte Stuben führen, sondern es muss für einen allmäligen Uebergang zur wärmeren Zimmertemperatur und für fleissige Erneuerung der Luft Sorge getragen werden. Während acute Kehlkopfentzündungen in kalter Luft einen kurzen günstigen Verlauf zeigen, werden chronisch katarrhalische oder gar geschwürige Kehlkopfprocesse durch kalte Luft sehr ungünstig beeinflusst. Bei Rachendiphtherie, sowohl der idiopathischen, wie der scarlatinösen giebt K. an, unter sehr zahlreichen Krankheitsfällen noch niemals den Process auf den Kehlkopf sich ausdehnen gesehen zu haben, wenn die Kranken sofort in möglichst kalte, stets frisch zuströmende Luft versetzt werden.

Nach meinen eigenen Erfahrungen, die sich bereits über zehn Jahre erstrecken, während welcher ich, wo es ohne zu grossen Widerstand möglich war, bei allen fieberhaften Krankheiten, die ich zu behandeln bekam, Tag und Nacht für offene Fenster Sorge trug, kann ich mich dieser scheinbar schön färbenden Betrachtung Kaczorowski's aus aller Ueberzeugung anschliessen. Nur Schade, dass während der ganzen warmen Jahreszeit die Kalteluftbehandlung

gar nicht einzurichten ist und also nur höchstens in der Hälfte des Jahres in Betracht kommen kann.

2) In jüngster Zeit empfiehlt P. Niemeyer, um auch im Sommer kalte Luft einathmen lassen zu können, einen Kalteluftrespirator, einen cylindrischen Behälter von $1/3$ Meter Höhe und 20 Ctm. Durchmesser aus Blech mit einem doppelten, luftgefüllten, daher die Wärme schlecht leitenden Mantel und einem buchsbaumenen, mit Oeffnungen für je ein Nasenloch versehenen Athemstücke, beide durch einen elastischen Schlauch verbunden. Damit aus dem Behälter nur eingeathmet, nicht aber ins Innere Ausathmungsluft hineindringen könne, ist in der mit dem Schlauche verbundenen Metallröhre eine Ventilvorrichtung angebracht. Das Innere des Kastens wird mit Eis gefüllt. Die einströmende Luft wird durch Watte filtrirt, im Eisraum abgekühlt und gelangt dann bei der Einathmung in die Nase und die Luftwege. P. Niemeyer empfiehlt diese Einathmungen zur Heilung vieler Krankheiten der Athemwege; doch liegen bis jetzt noch wenig Erfahrungen über die Erfolge vor. Dass bei Schnupfen Einathmung kalter Luft rasch die schlimmsten Symptome beseitigt, davon kann man sich in jedem kalten Winter überzeugen. Es ist daher auch bei der Benützung dieses Apparates wahrscheinlich, dass eine Reihe entzündlicher Krankheiten namentlich im Anfang der Luftwege durch solche Kaltelufteinathmungen gebessert werden können. Da gleichzeitig auch eine gewisse Athemgymnastik bei dem Gebrauch des Apparates geübt werden muss, so müssen auch die Vortheile dieser in Mitbetrachtung gezogen werden. Billiger kann man sich übrigens einen solchen Apparat in der Weise selbst verfertigen, dass man durch ein mit Eis gefülltes Gefäss einen Schlauch in mehreren Windungen legt und das Ende desselben mit einem Niemeyer'schen Nasenstück in Verbindung setzt.

3) Um Fieberkranken auch in der heissen Jahreszeit beständig kalte Luft zuzuführen und beständig eine Erneuerung der dieselben umgebenden Luft zu bewirken, empfiehlt O. Wolf einen „Eisrahmen“. Derselbe besteht aus einem mit Jute oder Zinkblech überzogenen Rahmen, in den Eisstücke gelegt werden und bei dem für das beständige Abfliessenkönnen des Schmelzwassers Sorge getragen ist. Durch 2 an den Enden des oberen Rahmens befindliche Blechhülsen wird dieser Eisrahmen in ein anderes rechteckiges Gestell eingefügt, welches am inneren Kopfende des Bettes durch Schrauben derartig in der Höhe festgestellt wird, dass der Eisrahmen etwa 70 Ctm. über dem Kopf des Kranken schwebt. Es ist dies ein, wie mir scheint, im Verhältniss zum Nutzen sehr umständliches Verfahren, welches wohl kaum eine weit verbreitete Anwendung finden wird.

Literatur.

Wichtigere ältere Literatur.

Floyer, Inquiry into the right use of hot, cold and temperate baths. London 1679 und Ancient Psychrolusia revised. London 1702; auch unter dem Titel *Ψυχρολουσια* oder Versuche, zu beweisen, dass kaltes Baden gesund und nützlich sei, übersetzt von Sommer. Breslau u. Leipzig 1749. — Hoffmann, Frid., De aqua, medicina universali. Halle 1712, siehe auch dessen Opuscula physico-medica. Ulm 1741. — Schwertner, Medicina vere universalis oder Kraft und Wirkung des schlechten Wassers. 6 Bde. Leipzig 1733—1743. Enthält die Uebersetzung von 31 ausländischen Abhandlungen vom kalten Wasser. — Hahn, Joh. Sigm., Unterricht von der wunderbaren Heilkraft des frischen Wassers. 1. Aufl. 1770. 5. Aufl. von Oertel. Ilmenau 1833. Nürnberg 1834. — Currie, James, Medical reports on the effects of water, cold and warm, as a Remedy in fever and other diseases. Liverpool 1798. — Oertel, E. F. C., De aquae frigidae usu Celsiano. Dissert. München 1826, mit vollständiger Angabe der älteren Literatur; und Geschichte der Wasserheilkunde von Moses bis auf unsere Zeiten. Leipzig 1835. — Hallmann, Dr. E., Ueber eine zweckmässige Behandlung des Typhus. Berlin 1844.

Wissenschaftliche neuere Literatur von 1850—1880.

Ackermann, D., Wärmeregulation i. höh. thier. Organism. Deutsch. Arch. f. klin. Med. XI. S. 359. 1866. — Adamkiewicz, Studien üb. thier. Wärme. Dubois-Reymond u. Reichert. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1875. — Afanasieff, Ueb. d. Einfl. d. Wärme u. Kälte auf d. motor. Froschnerven. Arch. v. Reichert. S. 691. — Andresen, Die Wassercur. Berlin. Hirschwald. 1875. — Anjel, Ueber Idiosynkrasie gegen Wasserbehandlung. Berl. klin. Wochenschr. XIV. — Baginsky, Adolf, Die Fieberkrankh., ihre Ursache, Verhütg. u. Heilg. mit bes. Berücksichtigung der Kaltwasserbehandlg. Berlin. Denike. 1875. — Bartels, Ueber die Behandlung fieberhafter Krankheiten mit methodisch. Wärmeentziehung. Kiel. 1866; — Behandlg. d. Typhus im Felde. Kiel. 1870; — Beobachtungen über die häutige Bräune. Deutsch. Arch. f klin. Med. II. 1867. — Bäumler, Ueber das Verhalten der Hautarterien im Fieber. Centralbl. f. d. medic. Wiss. Berlin. 1873. — Beck, Ueb. d. Einfluss d. Kälte auf den thierisch Organism. Deutsche Klinik. 6—8. 1868. — Beneke, D., Wirkung des Nordseebades. Göttingen. 1855; — Zum Verständniss der Wirkung des Seebades u. d. Seeluft. Cassel. 1873. Arch. f. klin. Med. Bd. 13 u. 22; — Ueb. engl Seebäder. Berl. klin. Wochenschr. 1872. No. 25. — Beni-Barde, Precis. d. Hydrothér. Paris. 1878. — Bernard, Cl., Leçons s. l. chaleur anim. Paris. 1876. — Binz, Carl, Beobachtungen zur inneren Klinik. Bonn. 1864. Cohen. — Böcker, Untersuchungen über Wasser bei innerlichem Gebrauch. Bonn (Weber). 1854; — Ueber die Wirkung d. Sitzbäder, der Brause und der nassen Einwicklung auf den Ausscheidungsprocess. Moleschott's Untersuchungen. t. VI. 1. — Börner, Ueb. das Priessnitz'sche Kaltwasserverfahren bei Croup und Diphtheritis nach Pingler's Methode. Med. Centr.-Ztg. XLVIII. 73. 1879. — Brand, Ernst, Hydrother. d. Typhus. Stettin. 1861; — Vergleich zwischen der antifebrilen Wirkung der Salicylsäure u. der Kaltwasserbehandlung. D. mil.-ärztl. Zeitschr. V. 1875; — Die Wasserbehandlung d. typhösen Fieber. 2. Aufl. Tübingen. 1877. Laupp. — Brown-Sequard, Rech. exp. sur quelques uns des effets du froid. Journ. de physiol. T. I. 497. — Buch, Max, Beitr. zur Kenntniss d. periph. Temperatur des Menschen. Inaug.-Diss. 1877. — Buss, C. C., Ueber Wesen u. Behandlg. des Fiebers. Stuttgart. 1878. — Callenfels, D., Einfl. vasomotor. Nerven auf die Temperatur. Ztschr. f. rat. Med. 2. Ser. VII. 1855. — Chapman, John,

A new methode etc. Med. Times. Juli 18 1863; — The remed. power of ice etc. Ibid. Oct. 17. 1863; — Vasomot. Therap. I. Lancet. Juny 4. 1864; — Brit. med. Journ. 1868. — Cohnheim, N., Unters. üb. die Entzündung. Berlin. 1873. — Colasanti, Ueber den Einfluss der umgebenden Temperatur auf den Stoffwechsel der Warmblüter. Pflüger's Arch. XIV. S. 92; — Ein Beitrag zur Fieberlehre. Ibid. XIV. S. 125. Den hieran sich schliessenden Kampf zwischen Senator und Pflüger über Wärmeregulation und Fieber, siehe Pflüger's Arch. XIV. S. 448 u. 450. 469. 492. 502. Verhandl. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin 1877. Pflüger's Archiv. XV. S. 104. — Cyon, Einfluss der Temperatur auf die Herzschläge. Leipzig. 1867. — Dammann, Weitere Erfahrungen üb. den Nutzen der Einführung grösserer Flüssigkeitsmassen in den Darmcanal. Deutsch. Arch. f. klin. Medic. 1875. Bd. 15. S. 233. — Delmas, Repons a M Sales-Girons. Rev. med. 1865. — Dieulafoy, Subcutane Injection von kaltem Wasser gegen Schmerz, besond. bei acutem Gelenkrheumatismus. Gaz. des Hôp. 99. — Donders, Aufsaugung durch d. Haut. Baln. Ztg. III. 25. 1856. — Eckhard, Zeitschr. f. rat. Medic. (1) 1851. S. 165. — Esmarch, Behandlung des acuten Gelenkrheumatismus mit Eis. Berl. med. Woch. No. 35. 1871; — Verbandplatz und Feldlazareth. 2. Aufl. Berlin. 1871. — C. Ph. Falck sen., Die Abscheidg. des Wassers durch die Nieren Arch. f. physiolog. Heilkunde. 1852. Bd. 11; — Beiträge zur Kenntniss der Wirkungen des Wassers. Arch. f. physiol. Heilkunde. Bd. 12. S. 150; — Der Stoffwechsel im Körper durstender, durststillender und verdursteter Vögel u. Hunde. Arch. f. physiol. Heilk. 1854. Bd. 13. S. 61 u. 501. — F. A. Falck (der Jüngere), Beiträge z. Physiologie des Wassers. Zeitschr. f. Biol. 1872. Bd. 8. S. 388, u. 1873. Bd. 9. S. 171. — Fiedler u. Hartenstein, Mittheilg. aus d. Stadtkrankenhause zu Dresden. Arch. d. Heilk. XI. — Fischer, Gangrän der Bauchdecken in Folge von Eisbehandl. weg. Metrorrhagie nach Entbindg. Schweiz Corr.-Bl. No. 15. 1876. — Fismer, Die Resultate der Kaltwasserbehandl. b. d. acut. croupös. Pneum. im Baseler Spitale von Mitte 1867 bis Mitte 1871. Deutsch. Arch. f. klin. Med. XI. 1873. — Fleischer, Unters. üb. d. Resorptionsvermögen der menschl. Haut. Habil.-schrift. Erlangen. 1877. — Fleury, Pract.-kritische Abhdlg. üb. Wasserheilkde. Stettin. 1853; — Reponse a M. Sales-Girons. Rev. med. 1865; — Traite therapeutique et clinique d'Hydrotherapie. 3. Aufl. Paris. 1866. — Foltz, Ueb. Anwendung kalter Klystiere bei Typhus. Gaz. des Hôp. 107. — Freusberg, Kälte als Reflexreiz. Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. X. S. 174. 1875, u. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. VI. S. 49. 1877. — Frickler-Dittmar, Zur Lehre von der Anpassung der Wärmeproduction an den Wärmeverlust bei Warmblütern. Pflüger's Archiv. Bd. XV. S. 603. — Genth, Ueb. d. Einfl. d. Wassertrinkens auf d. Stoffwechsel. Wiesbaden. 1856. — Gildemeister, J., Ueb. die Kohlensäureproduction bei der Anwendung von kalten Bädern und anderen Wärmeentziehungen. Basel. 1870. — Glax, J., Ueber den Einfluss methodischen Trinkens heissen Wassers auf den Verlauf bei Diabetes mellitus. Wien. acad. Sitz.-Ber. Bd. LXXV. 3. Jan. — Grützner, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XVII. 1878. S. 215. — Gubler, A., Ueb. hydriat. Behandl. chron. Krankheiten. Journ. de Thér. I. 1874. — Günz, Edm., Ueb. d. Einfluss d. russischen Dampfbäder auf die Ausscheidung des Quecksilbers b. Quecksilberkranken. Dresden. 1879. Pierson. — Hagenbach, Kinderspital in Basel. 1874. — Hagspiel, De frigoris efficacitate physiologica. Leipzig. 1857. — Hebra, Hans, Ueber die Anwendung und Wirkung der continuirlichen Wasserbades. Wien. med. Wochenschr. XXVII. 1876; — Ueb. d. Wirkung des Wassers auf die gesunde und kranke Haut. Wien. med. Wochenschr. XXVII. 2. 1877. — Hegar, Ueber Wassereinfluss in den Darm. Deutsche Klinik. 1873. Berl. klinisch. Wochenschrift. 1874. 6. — Heidenhain, Pflüger's Arch. Bd. 3. S. 504., Bd. 4. S. 558., Bd. 5. S. 577., Bd. 6. S. 20. — Heinzmann, Ueber den Einfluss therm. Reize etc. Pflüger's Arch. VI. S. 222. — Helmholtz u. Baxt, Monatsber. d. Berl. Academ. 1867. S. 228. 1870. S. 184. — Henning, John A., Ueb. d. Wirkung kalter Klystiere. Philad. med. and surg. Report. XLI. 17. 1879. — Hirsch, Th, Die Entwicklung der Fieberlehre und der Fieberbehandlung seit dem Anfange dieses Jahrhunderts. Berlin. 1870. — Hirschfeld

u. Pichler, Die Bäder, Quellen und Curorte Europas. 2 Bde. Stuttgart. 1876. — Hoffmann, Die Absorptionsfähigkeit d. Haut. Gaz. de Paris 15. 1866. — Horvath, Zur Abkühlung d. warmblüt. Thiere. Centralbl. f. medic. Wissensch. S. 531. 1871, und Pflüger's Arch. XII. S. 278; — Ueber Anästhesirung durch Kälte. Gaz. de Hôp. 105. 1878. — Johnson, Unters. üb. die Wirkungen des kalten Wassers auf den gesunden Körper. Stettin 1852. — Jürgensen, Klin. Studien üb. Kaltwasserbehandlung d. Abdominaltyphus. Leipzig. 1866; — Theor. Vorstudien zur Behandl. fieberh. Krankh. mit kaltem Wasser. Deutsch. Arch. f. klin. Med. IV. 110—137 u. 323—375. 1867; — Croupöse Pneum. Ziemssen's Handb. d. spec. Pathol. u. Therap. V. S. 158; — Die Stellung Küchenmeister's z. Ther. d. Typhus. Deutsch. Klin. 27. 28. 1868; — Die Einführung d. Kaltwasserbehandl. fieberhaft. Krankh. in d. Privatpraxis. Württemb. Corr.-Bl. XLIV. 39. 1875. — Karner, Ueb. Badetemperaturen. Prag. 1862. — Kaczorowski, Die kalte Luft als Antipyreticum und Antisepticum. Deutsch. medic. Wochenschr. 1879. No. 2 u. flgde. — Kirejeff, Ueb. d. Wirkg. warmer u. kalter Sitzbäder auf den gesund. Menschen. Virch. Arch. f. path. Anatom. XXII. S. 496. 1861. — Körner, Beiträge z. Temperaturtopographie des Säugethierkörpers. Dissertat. Breslau. 1871. — Kunde, Ueber den Einfluss der Wärme auf das Rückenmark. Würzb. phys.-med. Verhandl. Bd. VIII. S. 175. 1858, u. Virch. Arch. Bd. XVIII. S. 357. 1860. — Labadie-Lagrave, Du froid en therapeutique. Paris. 1878. J. B. Baillière et fils. — Lapin, Zur Kenntniss der kalten Klystiere. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1879. S. 941. — Large, E., Ueb. trockene Dampfbäder (türkische Bäder). Arch. gén. 7. S. V. 1880. — Laure, Applic. d. douches filiformes. Gaz. d. hôp. 126. 1865. — Lépine, R. und Flavard, Ueber die Wirkung sehr kalter Bäder a. d. Zusammensetzung des Harns. Gaz. de Par. 13. 1880. — Lersch, Geschichte d. Balneol etc. Würzburg. 1863; — Balneologie u. Hydroposie. Aachen. 1867. — Leube, Ueb d. Abkühlg. fieberhafter Kranker durch Eiskissen. Deutsch. Arch. f. klin Med. 1871. Bd. 8. S. 355. — Liebermeister, Deutsch. Arch. f. klin. Med. V. 3 u. 4. Bericht über die Resultate der Typhusbehandl.; — Unters. üb. d. quantit. Veränd d. Kohlensäureproduction. Deutsch. Arch. f. klin. Medic. VII. 75; — Handbuch d. Pathol. u. Therapie des Fiebers. Leipzig. 1875. S. 690. — Liebermeister und Hagenbach, Beobachtung. u. Versuche üb. Anwendung des kalten Wassers bei fieberhaften Krankheiten. 1868. — Liebig, G. v, Ueb d. Wirk. d. Bäder. Deutsch. med. Woch. II. 36. 37. 38; — Ueb. Puls- u. Körpertemperatur im lauen Bade. Bayer. ärztl. Intellig.-Bl. XXV. 23. 24. 1878. — Lorenz, Ueber den Nutzen der Einführung grösserer Mengen von Flüssigkeit in den Darmcanal bei Behandlg. innerer Krankheiten. Greifswalder Dissert. 1873. — Mayer, J., Ueb. d. Einfluss d. vermehrt. Wasserzufuhr auf den Stoffumsatz im Thierkörper. Frerichs u. Leyden's Ztschr. f. klin. Med. II. 34. — Mosler, Ueb. innerl. Wassergebr. Gekr. Preisschr. Götting. 1857; — Ueb. Klystiere. Berlin. klin. Wochenschr. 1873. No. 45. — Müller, Kolomann, Ueb. d. Einfluss der Hautthätigkeit auf die Harnabsonderung. Arch. f. exp. Pathol. 1873. I. S. 429. — Naunyn u. Quincke, Einfl. d. centr. Nervens. auf d. Wärmebild. Virch. Arch. 1869. — Paalzow, Ueb. d. Einfl. d. Hautreize auf den Stoffwechsel. Pflüg. Arch. Bd. 4. S. 492. — Peters, Herm., Vorschlag einer systemat. Methode zur Untersuchung d physiol. Wirk. der kalten, lauen u. warm. Wasserb. Arch. d Heilk. XIV. 5. 1873. — Petri, Wissenschaftl. Begründg. d. Wassercur. Coblenz. 1853; — Vergangenheit, Gegenwart u. Zukunft d. Wassercur. 1865. — Pflüger, Ueb. d. Diffusion des Sauerstoffs, den Ort u. die Gesetze des Oxydationsprocesses im thier. Organism. Pflüg. Arch. Bd. VI. S. 52. — Pilz, C, Behandlg. d. Scharlachfieb. Jahrb. f. Kinderkrankh. N. F. III. 253. 1869. — Pingler, G., Die rationelle Anwendung des kalten und temperirten Wassers bei Schwangeren, Kreissenden und Wöchnerinnen. Giessen. 1876. — Preiss, Ed., Meine Entdeckungen u. Erfahrungen. Berlin (Rücker). 1854. — Richardson, Med. Times and Gaz. 1869. I. et II. — Richter, C. A. W., Die Wassercuren in ihrer wissenschaftlichen u. practischen Bedeutung. Berlin. 1855. — Richter, Friedrich, Ueb. Temperatur u. Mechanik d. Bäder bei Tabes und chron. Myelitis. Deutsch. Zeitschr. f. pract. Med. 47. 1875. — Riegel, F., Ueb. Wärmeregulation

u. Hydrotherapie. Deutsch. Arch. f. klin. Med. IX. S. 591. 1872. — Riess, Ueb. d. Einfluss des permanenten lauwarmen Wasserbades auf Typhus. Centralbl. f d. med. Wiss. 1880. No. 30. — Ritter, B., Ueb. d. Verhalt. d. Haut im Wasserb. Arch. f. wiss. Heilk. III. 2. 1866. — Röhrig, A., Experimentell-kritische Untersuchung üb. d. flüssige Hautaufsaugung. Arch. d. Heilk. XIII. 4. 5. 1872; — Die Physiologie der Haut Berlin. 1876. — Röhrig u. Zuntz, Theorie d. Wärmeregulation u. d. Balneother. Pflüger's Arch. Bd. IV. S. 58. — Rollet, A., Versuche und Beobachtungen am Blute. Sitz.-Ber. d. Acad. d. Wissensch. zu Wien. Math.-naturwissensch. Classe. 46. — Rosenberger, Ueb. loc. Wärmeentziehung. Berl. klin. Woch. 1872. No. 29. — Rosenthal, Zur Kenntn. d. Wärmeregulirg. bei den warmblütigen Thieren. Erlangen. 1872. — Rossbach, Monatsschr. f. Ohrenheilkunde u. s. w. 1881. No. 3. — Runge, Artikel: Hydrotherapie in Valentiner's Handb. d. allgem. u. spec. Balneotherapie. Berlin. 1876; — Nassau a. d. Lahn. 1869; — Beobachtungen auf d. Gebiete d. Wassercuren und anderer physikal. Heilmethoden zu Nassau a. d. Lahn. Wiesbaden. 1872; — Ueber die Bedeutung der Wassercuren in chronischen Krankheiten Deutsch. Arch. f. klin. Med. XII. 3. 4. S. 207; — Das Verhalten bei den Wassercuren. Berlin. 1877; — Wirkung hoher und niedriger Temperaturen auf den Uterus des Kaninchens und des Menschen. Archiv f. Gynäkologie. XIII. 1. 1878; — Die Wassercur. Leipzig. 1879. — Sales-Girons, Lettre sur l'hydrother. Rev. med. 1865. — Samkowy, Einfl. d. Temp. auf d. Musculatur. Pflüger's Arch. IX. S. 399. — Samuel, Ueb. Entstehung der Eigenwärme und des Fiebers Leipzig. 1876. — Sanders-Ezn, Der respirat Gasaustausch bei Temperaturveränderungen. Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 21. Mai 1867. — Sartorius, De vi et eff. caloris et frig. ad vasa sanguinifera. Bonn 1864. — Schelske, Veränd. d. Erregbarkeit durch d. Wärme. Heidelberg. 1860. — Schlickoff, Virginie, Ueber die locale Wirkung d. Kälte. Deutsch. Arch. f. klin. Med. XVIII 6 — Schröder, Zur Lehre v. d. path. Wärmebild. Virch. Arch. XXXV. 253. 1865. — Schröder, L., Ueber d. Einwirkung kalter Bäder auf CO_2 und Harnstoffausscheidnng im Typhus. Deutsch. Arch. f. klin. Med. VI. 385—397. 1868. — Schüller, Einfl. v. Kaltwasserapplicationen a. d Gehirngefässe. Deutsch. Arch. f. klin. Med XIV. S. 566. — Schultze, Ueber d. locale Wirkung des Eises. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. XII. S. 500. — Schuster, Ueb. d. Wirk. d. kalten Bades. Virch. Arch. XLIII. S. 60. 1864. — Seegen, Pharmakodynamik des Wassers. Wien. med. Wochenschr. No. 18. 1857. — Senator, Der fieberhafte Process und seine Behandl. Berlin. 1873; — Virchow's Arch. Bd. XLIV. S. 351; — Beiträge zur Lehre von der Eigenwärme und dem Fieber. Virch. Arch. Bd. XLV. u. L. — Shaw, Henry L., Ueb. d. Nachtheile d. Nasendouche und anderer Verfahren zur Auswaschung der Nase. Boston med. and surg. Journ. XCIV. 23. Juni 1876. — Sieveking, A., Der Einfluss d. Sturzbades a d. Puls Arch. f. gem. Arb. I. 3. 1853. — Simon, G, Ueb. d. Einführung langer elastischer Rohre u. üb. forcirte Wasserinject. in den Darmcanal. Langenbeck's Arch. f. klin. Chirurgie. 1872. Bd. 15. S. 122. — Skoda, In Allg W. med Ztg. S 69. 1857. — v. Sokolowsky, Ueb. Anwendung d. kalten Douchen u. Abreibungen bei Behandlung d. chron. Lungenschwindsucht Berl. klin. Wochenschr. XIII. 39. 40. 43. 44. 1876. — Speck, Körpertemperatur im kalten Bade. Arch. f. gem. Arb. V. S. 422. 1859; — Ueber O-Verbrauch und CO_2-Ausscheidung. Mitth. d. Marb. Gesellsch.; — Zur Wärmeregulirung d. Warmblüter. Erlangen. 1872. — Steffen, A., Zur Wirkung d. heissen Bäder bei Hydrops. Jahrb f. Kinderheilkunde. N. F. IV. 3. 1871 — Stolnikoff, Jak., Ueb. d. Veränder. d. Hautsensibilität beim gesunden Menschen durch kalte u. warme Bäder. Petersb. med. Woch. III. 25. 26. 1878. — Stricker, S., Vorlesungen über allgem. u. experimentelle Pathologie. II. Abth. Wien. 1878. — Tarchanow, Ueb. d. Wirkung d. Erwärmung, bezw. Erkältung auf die sensibl. Nerven. Bull. de l'acad. d. sciences de St. Petersbourg. Bd. XVI. 1870, u. Gaz. méd. de Paris. 1875. Nr. 23 et 34. Rudnow's Journ. f. norm. u. pathol. Histol. Bd. V. 1872 — Thiede, Ueb. locale Antiphlogose im Wochenbett. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880. S. 368. — Troitzky, Arch. f. d. ges. Physiolog. VIII. 1874. S. 599. — Valenta, Alois, Heisswasserbehandlung der

Gebärmutterblutungen. Memorabilien. XXIII. 4. 1878. — Valentiner, Handb. d. allgem. u. speciell. Balneother. 2. Hft. 1876. — Virchow, Wirk. d. kalten Bades u. Wärmeregulirung. Virch. Arch. II. S. 133, u. LII. 1. — Walther, Zur Lehre v. d. thier. Wärme. Virch. Arch. V. 25. S. 414. 1862; — Studium im Gebiete d Thermophysiologie. Reichert's und du Bois-Reymond's Arch. 1865. S. 44. — Weber, E. H., Wagner's Handwörterb. d. Physiolog. III. 2. S. 496. 578. 1846, u. Arch f. Anat. u. Physiolog. 1847. S. 342. 1849. S. 273. — Weisflog, Wirkung. d Sitzbäder. Arch f. klin. Med. 1866; — Ueb. Sitzbäder. Deutsch. Arch. f. klin. Med. II S. 571 u. III. S. 461. 1867. — Winternitz, Ueb. Harn- u. Harnstoffausscheidg. Jahrb. d. Ges. d. Aerzte. 1864; — Das meth. Wassertrinken. Oesterr. Zeitschr. XII. 23. 25. 29. 35. 1865; — Ueb. Dampfbäd. Allgem. Wien. med. Zeit. 1865; — Ueb. kalte Umschläge. Sitz.-Ber. d. Ges. d. Aerzte in Wien. 1866; — Rationelle Begründ. d. Hydrother. Wochenbl. d. Wien. Aerzte. 11. 1877; — Hydr. Behandl. chirurg. Krankheiten. Zeitschr. f. pract. Heilk. 1867; — Die hydr. Behandl. d. Diarrhoe im Kindesalter. Wien. 1868; — Hydrother. Behandl d. Vebrennungen. Allg. Wien. med. Ztg. 1869; — Combin. hydriat. Methoden. Wien. med. Woch. XXII. 25: — Die hydriat. Methodik in fieberhaft. Krankh. Jahrb. f. Balneol., Hydrolog. u. Klimatologie v. E. H. Kisch. 1871. II. Bd.; — Beiträge z Lehre v. d. Wärmeregulation. Virch. Arch. 1872; — Zur Begründg. d. Kinesitherapie. Wien. medic. Pr. 1872; — Choleraschutz. Allg. Wien. med. Ztg. 1872; — Ueb. d Werth d. Hydroth. beim Wechselfieber u. bei Milztumoren. Wien. med. Wochenschr. XIII. 22. 1873; — Ueb. Calorimetrie. Offener Brief an Prof. Liebermeister. Virch. Arch., — Erfahrungen aus dem Quinquennium 1869—1873 in d. Wasserheilanstalt Kaltenleutgeben bei Wien. Wien. med. Pr. XV. 10. 19. 21; — Bedeutung d. Hautfunction f. Körpertemper. u. Wärmeregulation. Jahrb. d. Ges. d. Aerzte in Wien. 1874 u. Wien. med. Jahrb. 1875; — Ueb. katarrhal. u. rheum. Processe u. ihre hydriat. Behandlung. Wien. med. Woch. XXIV. 18. 19. 24; — Zur Hydrotherap. des Kehlkopf-Croup. Oesterr. Jahrb. f. Pädiatr. S. 117. 1874; — Die feucht Einpackungen als antipyretische Procedur. Jahrb. f. Balneo- u. Hydrother. 1875; — Ueb. Fieberbehandl. W. Kl. 1875; — Die Hydrother. auf physiolog. u. klin Grundlage. I. Bd. Der Einfl. d. Hydrother. auf Innervat. u. Circulat. Wien. 1877. Urban u. Schwarzenberg. 2. Bd. I. Abth. Der Einfl. örtl. therm. Application auf locale Temperatur- u. Ernährungsvorgänge. 1879. 2. Bd II. Abth. Der Einfl. allg. therm. Applicat. a. Körpertemp. u. Stoffwechsel. Ibid. 1880; — Die Anwendung d. Hydrotherap. während d. Geburtsactes. Wien. med. Pr. XVIII. 39; — Die Kühlsonde (Psychrophor), ein Mittel z. Heilg. v. Pollutionen, Spermatorrhoe, chron. Genorrhoe u. verwandten Zuständen. Berl. klin. Woch. XIV. 28. 1876; — Ueb. d. Wirkung d. Wassers. Brief an Prof. Hebra. Wien. med. Pr. S. 138. 1877; — Ueb. Kopfumschläge. Ibid. XIX. 30. 1878; — Ueb. Coupirung fieberh. Krankheiten durch Hydrother. Ibid. XX. 36. 1879. — Wunderlich, Das Verhalt. d. Eigenwärme in Krankheiten. Leipzig. 1868; — Ueb. Darmblutungen bei Typh. abdominalis. Leipzig. 1872. Memorabilien. XVIII. I. 1873.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

Elektricität.

Trotzdem durch zahllose Untersuchungen eine grosse Reihe der merkwürdigsten Thatsachen auf den Gebieten dieser Grundkraft zu Tage gefördert wurde, ist es bis jetzt noch nicht möglich gewesen, eine auch nur einigermassen befriedigende Theorie von der Natur derselben aufzustellen. Man hat zwar einstweilen sich in der Weise geholfen, dass man die Erscheinungen der Elektricität von dem Bestehen je zweier elektrischer unwägbarer Flüssigkeiten ableitet, welche von der wägbaren Materie sich trennen, zwischen deren einzelnen Theilchen sich leicht bewegen können; von denen immer die gleichnamigen sich abstossen, die ungleichnamigen sich anziehen; welche endlich, wenn in gleicher Menge zusammenkommend, sich gegenseitig neutralisiren. Oder man hat die Elektricität auch mit dem Bestehen einer einzigen Flüssigkeit zu erklären gesucht, deren Anhäufung oder Abnahme an einem Punkte den polaren Gegensatz bedingt, und die vielleicht identisch mit dem Aether selbst sei. Allein es ist jedenfalls noch ein weiter Weg zurückzulegen, bis man dahin gelangt sein wird, mit solchen Annahmen eine zusammenhängende Erklärung aller auf diesem Gebiet gefundenen Thatsachen zu liefern, und es scheint daher für das allgemeine Verständniss sogar besser, einstweilen lieber ganz allgemein von „elektrischen Kräften“ zu sprechen.

Bei der Unbekanntschaft mit der näheren Natur dieser geheimnissvollen Kräfte einer- und bei der Merkwürdigkeit der durch diese Kräfte bedingten Wirkungen andererseits kann es nicht auffallen, dass die menschliche Phantasie in der mannichfachsten Weise hierdurch angeregt, oft ein sehr gewagtes Spiel mit denselben trieb und namentlich in der Medicin sehr grossartige Hoffnungen erweckte. Eine Geschichte dieser Aberwitzigkeiten zu liefern, ist nicht Sache dieses Buches; dieselbe hat zudem auch kein Interesse, da es sich in den meisten Fällen eben nur um Täuschungen oder Naivetäten handelt. Wohl aber soll in folgender Ausführung an der Hand nur solid begründeter Thatsachen diesen Auswüchsen, die in der praktischen Medicin sogar der

unmittelbaren Gegenwart nicht selten noch auftreten, so viel als möglich entgegengewirkt werden.

Geschichte der Elektrotherapie.

Da die Elektricität erst seit den letzten 100 Jahren eingehendere Bearbeitung erfahren hat, war selbstverständlich auch erst seit dieser Zeit eine praktische Anwendung derselben auf dem Gebiete der Medicin möglich; die Elektrotherapie beginnt daher erst im 18. Jahrhundert. Die therapeutische Benutzung der elektrischen Fische, wie sie im Alterthum sporadisch stattfand, kann nur als Curiosum, nicht als Vorläufer der Elektrotherapie betrachtet werden.

Die Anwendung der Elektricität in der Medicin schloss sich stets eng an jeden Fortschritt in der physikalischen Erkenntniss dieser Kräfte an und unterschied sich von der physikalischen Erforschung nur durch ihre vollständige Kritiklosigkeit und ihren stets bereiten Sanguinismus, in jeder neu entdeckten Elektricitätsart sofort eine noch segensreichere Panacee gegen alle möglichen Leiden zu finden, als in den vorher bekannten. Kein Arzt brachte es über sich, nach dem Beispiele der Physiker sich auf grundlegende Versuche zu beschränken, sondern Jeder dehnte die Anwendung der von den Physikern erfundenen Apparate sogleich auf alle möglichen oder denkbaren Krankheitsgebiete aus und kam so immer dazu, den Thatsachen Gewalt anzuthun, statt dieselben ohne Vorurtheil auf sich einwirken zu lassen. Diese Signatur ist der Elektrotherapie bis auf die Gegenwart geblieben und hat es fertig gebracht, dass sie nach jedem neuen Anlauf sogleich wieder in Misscredit zu kommen beginnt, weil sie zu wenig von dem halten kann, was ihre begeisterten Vertreter versprechen. So war es zur Zeit der Reibelektricität, so nach Einführung der magnetischen Rotations-, der Inductions-, der constanten galvanischen Apparate. Welche Begeisterung unter den Aerzten riefen die Berichte Mauduit's 1773 über die glänzenden Erfolge des elektrischen Funkens hervor; was hoffte man nicht Alles und was sah man nicht für enorme Heilergebnisse von den elektrischen Durchströmungen, den elektrischen Bädern, dem elektrischen Hauche! Und was von Allem ist übrig geblieben? Nichts, Nichts, Nichts! Rasch waren nach Construirung der galvanischen Säulen durch Volta die Reibelektrisirmaschinen und die Leydener Flaschen in den Winkel gestellt und verstaubten; und die Berührungselektricität, die Volta-schen Säulen wurden die Wunderthäter, um ebenso rasch aus den Händen der Aerzte in die umherziehender Charlatane überzugehen und schliesslich in dem Wust mysteriöser, sympathetischer, magnetischer Curen unterzugehen. Es kam Faraday's Inductionselektricität und Duchenne's localisirte Anwendung derselben. Und gegenwärtig

leben wir im Zeitalter der constanten galvanischen Ketten. Wie lange, wer kann es wissen?

Aber in einem Punkt ist, was wohl zu bemerken, die Elektrotherapie sich stets gleich geblieben. Eine jede ihrer oben aufgeführten Anwendungsmethoden wurde trotz der jedesmaligen Begeisterung der Aerzte und trotz der vielen veröffentlichten Heilwirkungen immer rasch und leicht wieder zu Gunsten einer neueren aufgegeben. Es ist dies ein klarer Beweis, dass die Aerzte in ihrem Innern von dem Zusammenhang der angeblich beobachteten Heilungen mit den angewandten elektrotherapeutischen Methoden keineswegs die feste Ueberzeugung hatten, welche sie nach Aussen zur Schau trugen.

Unbeirrt durch die fortdauernden Irrwege der praktischen Medicin gingen dagegen die Physik und Physiologie einen geradlinig aufsteigenden Gang der Forschung. Erstere hat uns einen Instrumentenschatz von grosser Mannigfaltigkeit und Messungsmethoden von in der That unübertrefflicher Feinheit und Empfindlichkeit geschaffen; und die Physiologie hat mittlerweile seit den Zeiten Galvani's und Volta's durch die fortlaufenden Arbeiten von Ritter, Pfaff, Humboldt, Nobili, Matteucci, Du Bois-Reymond, Pflüger, Heidenhain, A. Fick, v. Bezold, Hermann, Rosenthal u. A. die Einwirkungen des elektrischen Stromes namentlich auf Nerven und Muskel bis zu den feinsten Erscheinungen kennen gelehrt; aber allerdings auch nur bis zu den Erscheinungen. Noch sind ungemein grosse Gebiete der physiologischen Wirkung der Elektricität kaum geahnt, geschweige forschend in Angriff genommen. Die nicht Eingeweihten, namentlich die Aerzte, vermuthen gewöhnlich, viel grössere Aufschlüsse von der Physiologie erhalten zu können, als es in der That der Fall ist. Sogar von demjenigen Gebiete, welches unter Beseitigung ungeheuerer Schwierigkeiten von der Physiologie fast ausschliesslich und allein bebaut worden ist, von den Reizwirkungen des elektrischen Stromes auf Nerv und Muskel kennen wir nur erst die Erscheinungen, allerdings die allerminutiösesten, die nur mittelst feinster Hülfsmittel unseren Sinnen deutlich gemacht werden können. Von den Grundursachen des Elektrotonus, des Zuckungsgesetzes, der Modification der Erregbarkeit wissen wir noch nicht einmal, ob sie auf physikalischen oder chemischen Veränderungen der Nerven- und Muskelsubstanz beruhen. Die Elektrolyse, welche wahrscheinlich eine ungemein wichtige, vielleicht die wichtigste Rolle bei den physiologischen Wirkungen der Elektricität spielt, ist nur in ihren, ich möchte sagen, gröbsten physikalichen Umrissen bekannt. Die Einwirkung des Stromes auf Stoffwechsel und Ernährung, auf Blut und Blutkreislauf der Organe und des ganzen Körpers ermangelt selbst noch einer auch nur einigermassen deutlichen Umgrenzung. Der Physiologe kennt ebenso wenig die Grundlagen der ihm bekannt gewordenen Erscheinungen, als der Therapeut die eigentlichen Ursachen seiner elektrischen Heilwirkungen. Die phy-

siologischen Thatsachen liefern keine Erklärung und Beleuchtung der therapeutischen, vorausgesetzt, dass man unter Erklärung nicht „Umschreibung“ versteht. Die Physiologie hat bis jetzt in der That die Elektrotherapie noch ganz im Stich gelassen; denn wenn alle physiologisch sichergestellten Thatsachen selbst noch einer Zurückführung auf ihre Ursachen bedürfen, so sind sie gewiss noch weniger im Stande, die viel verwickelteren therapeutischen Probleme in irgend einer Weise aufzuhellen.

Nichtsdestoweniger hat die Elektrophysiologie für den Elektrotherapeuten einen grossen Werth, jedoch vorläufig allerdings mehr einen theoretischen, indem sie Methoden und Wege der künftigen Forschung vorschreibt und damit auch Lichter fallen lässt auf die elektrotherapeutischen Methoden und Zielpunkte. Nichts wäre irriger und verhängnissvoller für die Elektrotherapie, als wenn sie wegen der praktischen Unbrauchbarkeit der bis jetzt vorliegenden physiologischen Thatsachen für ihre Privatzwecke glauben wollte, sie müsse sich von der Physiologie emancipiren und ihre eigenen Wege wandeln. Die Elektrophysiologie und Elektrotherapie sind untrennbar zusammengehörige Wissenschaftszweige, welche aber leider erst die ersten Schritte in den dunkeln Tempel der Natur gemacht haben und deshalb alle beide noch wenig zu sehen vermögen. Die Physiologie gleicht aber dem Ariadnefaden im Labyrinth; würde die Therapie denselben aus der Hand lassen, so würde sie sich im ungeheueren Raume verlieren; nur an der Hand und geleitet von der Physiologie wird auch die Elektrotherapie ihren richtigen Weg finden.

In der Elektrotherapie können bis jetzt nur folgende Errungenschaften als wirkliche und grundlegende Fortschritte gelten:

Den ersten Schritt zu einem wissenschaftlichen Betrieb derselben machte Duchenne (1847). Vor diesem französischen Forscher hatte man ohne jede Kritik die Funken der Elektrisirmaschine, den Strom der Volta'schen Säule, der magnet-elektrischen Rotations- und der Faraday'schen Inductionsapparate in den Körper strömen lassen, meist nicht einmal etwa in den leidenden Theil desselben. Duchenne zeigte als der Erste, dass und wie man die Wirkung des elektrischen Stromes auf die unter der Haut gelegenen Organe dirigiren, dort festhalten und begrenzen (localisiren) könne. R. Remak und v. Ziemssen verfeinerten sodann die Duchenne'schen Localisationsmethoden durch den Nachweis, dass die Eintrittsstellen der motorischen Nerven in den Muskeln es sind, an denen man durch Elektrisirung die intensivsten Wirkungen erzielt.

Ein zweiter Fortschritt liegt in der Einführung des constanten Stromes in die Chirurgie durch die vorzüglichen galvanokaustischen Arbeiten namentlich Middeldorpf's, Voltolini's, v. Bruns' u. A., sowie (allerdings in überstürzender Weise) in die Behandlung innerer Krankheiten durch R. Remak.

Ein dritter Fortschritt war sodann bedingt durch eine gründliche und wissenschaftliche Bearbeitung der Anwendungsmethoden der Elektricität. Namentlich müssen hier genannt werden: die Untersuchungen von Brenner, Hagen, Erb, Eulenburg, Filehne, E. Remak, Hitzig u. A. über die Wirkung der Pole und der Stromesrichtung, über Elektrotonus und das Zuckungsgesetz am lebenden, unverletzten Menschen; ferner die Versuche von Erb, Burckhardt, v. Ziemssen u. A. über die Durchgängigkeit des Organismus und seiner Theile, der von Knochen eingeschlossenen Höhlen für den elektrischen Strom; ferner die kritischen und experimentellen Untersuchungen Fischer's über die Galvanisation des Sympathicus, bezw. des Halses.

Ein vierter Fortschritt, der in seinen hauptsächlichen Anfängen wieder auf Duchenne zurückzuführen ist, liegt in der Einführung der Elektricität als eines diagnostischen Hülfsmittels. Die eingehenden Beobachtungen von Marshall Hall, Duchenne, Brenner, v. Ziemssen, Erb, Weiss, Westphal, Benedikt, M. Meyer, Rosenthal, Friedreich, E. und R. Remak, Rumpf, Burckhardt, Leyden u. v. A. haben die Elektrodiagnostik bereits zu einem wichtigen Zweige der Diagnostik namentlich in den Nerven- und Muskelkrankheiten gemacht.

Die elektrolytischen Wirkungen des Stroms fünftens haben sich bei einer ziemlichen Reihe von Krankheiten heilsam erwiesen; aber sie bieten immer noch wie bei ihrer ersten Einführung unter dem Namen der katalytischen Wirkungen durch R. Remak ein recht verwirrtes Feld dar, in das man alle noch unbekannten Heilwirkungen der Elektricität hineinzuwerfen liebt. Doch dürfte die Heilung mancher Krankheitsgruppen, z. B. von Geschwülsten und Geschwüren (Crussel, Willebrandt, Brenner, M. Meyer) u. dergl. wohl am wahrscheinlichsten in dieses Gebiet gehören. Dagegen hat die elektrische Hineinleitung oder Ausscheidung von Arzneien durch die Haut noch keine nennenswerthe Bedeutung gewonnen.

Endlich ist noch als wichtig zu erwähnen das grosse empirische elektrotherapeutische Material, welches ausser von den oben genannten Autoren noch von Althaus, Baerwinkel, Baierlacher, Beard, Brenner, Bruns, Ciniselli, Duchenne, Erb, Erdmann, Eulenburg, Ferrario, Fieber, Frommhold, Garrat, Gerhardt, Hitzig, Kraft-Ebing, Legros, M. Meyer, Neumann, Onimus, Radcliffe, Rosenthal, Russel, Reynold, Rockwell, Rodolfi, Schivardi, Schulz, v. Ziemssen u. A. zusammengetragen ist. Dieses ungeheuere und verdienstliche Material hat allerdings noch nicht den Nutzen bringen können, den man davon erwarten sollte, einmal, weil die meisten Nervenkrankheiten — und das sind die hauptsächlich in elektrische Behandlung kommenden — selbst noch in ihrem Wesen durchaus unbekannt sind, demnach auch keinen Aufschluss über die Art ihrer Beseitigungsmöglichkeit zu geben vermögen; sodann, weil die verschiedenen Autoren von den verschiedensten therapeutischen Stand-

punkten ausgingen und nur zum geringeren Theil eine methodische Krankenbehandlung übten; endlich, weil ein Theil der Aerzte der nothwendigen physikalischen und physiologischen Vorbildung entbehrte und statt nüchterner Prüfung auf diesem Gebiete mehr eine ungeregelte Phantasie walten liess.

Auch die Elektrotherapie wird wie jede andere Heilmethode nur vorwärts kommen, wenn sich jeder Elektrotherapeut in seinen wissenschaftlichen Forschungen immer auf kleinste Gebiete beschränkt und nicht gleich die gesammte Pathologie zu umspannen sucht; wenn er an jeden einzelnen Fall die strengste Kritik anlegt, nie zu weittragende Schlüsse aus einer Beobachtung zieht, sondern an vielen Fällen derselben Art erst durch Controle, durch Variation der Behandlung zu einer gewissen grösseren Schlusssicherheit zu gelangen sucht; wenn er sich an strenge Methoden in der Diagnose und in der Behandlung gewöhnt; und endlich, wenn er die Früchte vom Baume nicht früher zu pflücken sich beeilt, als bis sie vollständig reif geworden sind.

Erstes Hauptstück.

Physikalische Propaedeutik.

Ueber die verschiedenen Arten der Elektricität und Elektricitätserregung.

Elektricität und Galvanismus sind Ausdrücke für dieselben Grundkräfte; mit beiden Namen bezeichnet man eigentlich nur die Unterschiede in der Entstehung und Dauer dieser Kräfte. Ein Körper wird elektrisch genannt, wenn er durch Reiben, Influenz die Fähigkeit erlangt, andere Körperchen anzuziehen; die in solcher Weise erregte Elektricität gelangt sehr rasch wieder zu einem gewissen Gleichgewichtszustande. Unter Galvanismus versteht man die dauernde Erregung der Elektricität durch Berührung und chemische Zersetzung verschiedener Körper, in Folge deren ein galvanischer Strom sich immerfort entwickelt und in Folge dessen unaufhörlich Wirkungen hervorruft. Man hat im Hinblick auf diese Unterschiede beide Gebiete auch mit den Namen der statischen und dynamischen Elektricität bezeichnet.

Bis jetzt sind, wie aus dem geschichtlichen Theile hervorgeht, folgende verschiedene Arten der Elektricitätserregung therapeutisch verwendet worden:

I. Die Elektricitätserregung durch Reibung und Vertheilung.

Reibungselektricität. Alle Körper, aus denen Elektricität entwickelt werden kann, enthalten in ruhendem Zustande die beiden Elektricitätsarten, die positive und die negative, in gleicher Menge und in gebundenem Zustande.

Wenn man zwei verschiedenartige Körper an einander reibt, so werden die in denselben gebundenen elektrischen Kräfte in anderer Weise vertheilt, als sie vorher waren; der eine Körper giebt immer dem anderen nur seine positive Elektricität ab, um von diesem dafür negative einzutauschen; in dem einen häuft sich demnach mehr positive, in dem anderen mehr negative

Elektricität an. Nie wird bei einer solchen Reibung nur eine einzige Elektricität aus ihrer Bindung befreit, sondern stets ebenso viel positive wie negative. Reibung erzeugt daher nicht neue elektrische Kräfte, sondern ändert nur die Vertheilung der vorhandenen. In welchen von den beiden an einander geriebenen Körpern die positive, in welchen die negative Elektricität übergeht, das hängt von der Substanz, von der physikalischen Zusammensetzung und der Oberflächen-Beschaffenheit beider Körper ab. Harz beispielsweise wird, wenn es mit irgend einem anderen Körper gerieben wird, beinahe immer (mit in den untenstehenden Reihen ersichtlichen Ausnahmen) negativ, Glas dagegen positiv elektrisch; daher der Name Harzelektricität für negative, Glaselektricität für positive Elektricität. Bei folgenden Reihen wird immer der vorangehende Körper positiv (+), der nachfolgende negativ (—):

nach Ritter: + Katzenfell, Diamant, Kaninchenhaar, Hasenfell, Turmalin, Glas, Watte, Papier, Seide, Siegellack, Colophonium, Bernstein, Schwefel —;

nach Faraday: + Katzenfell, Flanell, Elfenbein, Federkiel, Bergkrystall, Flintglas, Baumwolle, Leinwand, Seide, Holz, Lack, Metalle, Schwefel —;

nach Riess: + Metalle, Kautschuk, Siegellack, Schwefel, Guttapercha, Collodium, Schiessbaumwolle —.

Man findet in diesen Reihen keine Gesetzmässigkeit, nur eine Spannungsreihe; je weiter zwei dieser Körper auseinanderstehen, um so stärker ist der Grad der beim Reiben eintretenden elektrischen Spannung. Es genügen jedoch schon unbedeutende Abweichungen, wie beispielsweise verschiedene Reinheit der Stoffe, glatte oder matte Oberfläche, um das Verhältniss der Reihenfolge umzuändern; so wird matt geschliffenes Glas beim Reiben mit anderen Körpern nicht wie glattes Glas positiv, sondern negativ elektrisch. Metalle mit glatter und glänzender Oberfläche mit Harz, Kautschuk u. s. w. gerieben, werden negativ; die kleinste Menge Oxyd auf der Oberfläche dagegen, wie sie bei oxydirbaren Metallen kaum zu vermeiden ist, genügt, um die Metalle umgekehrt positiv elektrisch zu machen.

Auch bei Reibung pulverförmiger Substanzen an einander, bei Reibung von festen mit flüssigen, sowie von feinzertheilten Flüssigkeiten an einander tritt eine Elektricitätsvertheilung auf; Dampfkessel, in denen der Dampf unter hinlänglich hohem Druck steht, werden ausserordentlich stark negativ elektrisch, so dass sie in rascher Folge sogar Funken von 20 Ctm. Länge geben, was auf eine positive Elektricität des Dampfes schliessen lässt. (Hydroelektrische Maschinen.)

Man muss die verschiedenen elektrisch zu machenden Körper in zwei Hauptclassen theilen: in Leiter der Elektricität und in Nichtleiter (Isolatoren). Reibt man z. B. ein Metall, das man in der Hand hält, mit irgend einem Körper, so zeigt es keine Elektricität, weil jede Spur von der in ihm erregten Elek-

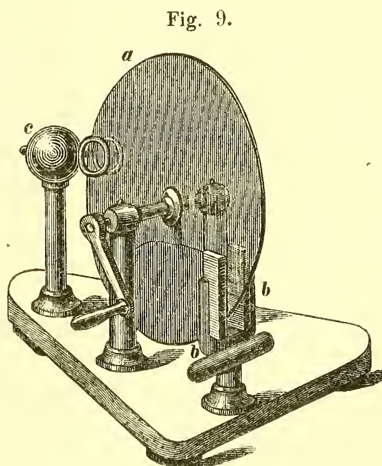
tricität sogleich von jedem Theilchen zum andern weiter fortwandert, in die Hand gelangt und von da durch den menschlichen Körper hindurchgehend in den Erdboden versinkt. Hat man dagegen das Metall an einem Griff von Glas befestigt und hält nur letzteres in der Hand, so zeigt sich beim Reiben des Metalls z. B. mit Watte das Metall stark elektrisch. Metall ist ein Leiter, Glas ein Nichtleiter. Man kann deshalb auch Glas, dasselbe in der Hand haltend, durch Reiben elektrisch machen, weil die im Glase erregte Elektricität nicht von der Stelle geht, und jedes Glastheilchen die in ihm erregte Elektricität festhält und nicht in die Hand fortgleiten lässt. Die Metalle lassen demnach die Elektricität durch ihr ganzes Innere hindurchgehen und werden, wenn auch nur an einer Stelle gerieben, doch in ihrer ganzen Länge elektrisch und vermögen ihre gewonnene Elektricität nur dann zu bewahren, wenn man sie durch Nichtleiter isolirt. Glas dagegen wird, wenn nur an einer Stelle gerieben, auch nur an dieser Stelle, nie in seiner ganzen Länge elektrisch; seiner einmal erweckten Elektricität ist es hinwieder sehr schwer zu berauben, weil es immer nur scharf an der abgeleiteten Stelle dieselbe verliert, und man alle Theilchen ableiten müsste, was aber selbstverständlich unmöglich ist.

Es giebt jedoch zwischen Leitern und Nichtleitern alle möglichen Uebergänge. Gute Leiter sind sämmtliche Metalle, ferner Kohle, die starken Basen und Säuren, viele Salze, frische thierische und pflanzliche Körper, Wasser und alle wässerigen Lösungen. Nichtleiter (Isolatoren) sind Glas, Harz, Siegellack, Schwefel, Wachs, vulcanisirter Kautschuk, Oel, Seide, dürres Holz, Gase, Luft. Den Uebergang zu diesen beiden Gruppen machen die sogenannten Halbleiter: Seife, manche Gesteine, nicht stark feuchte organische Körper, welche die einmal erhaltene Elektricität nicht plötzlich, aber allmälig abfliessen lassen.

Grosse Mengen von Elektricität kann man anhäufen, wenn man einer durch Glas oder Seide isolirten Metallkugel mit Hülfe einer Elektrisirmaschine fortwährend eine bestimmte Elektricität zuführt.

Eine Reibelektrisirmaschine (Fig. 9) besteht aus folgenden Theilen: 1) Aus dem durch Reibung elektrisch zu machenden Körper (Guericke benutzte hierzu eine Schwefelkugel, jetzt nimmt man Glasscheiben *(a)* oder -cylinder oder

Fig. 9.



Reibelektrisirmaschine.

grosse Kautschukplatten). 2) Aus den Reibzeugen *(b)*, das sind mit Amalgam (1 Zinn, 1 Zink, 2 Quecksilber) eingeriebene, die zu reibenden Körper zwischen sich fassende Lederkissen. 3) Aus dem auf einem Isolirfusse stehenden Conductor *c*, d. i. einer leitenden Metallkugel, welche mittelst mehrerer Saugvorrichtungen die auf der geriebenen Platte erzeugte Elektricität aufnimmt und sammelt.

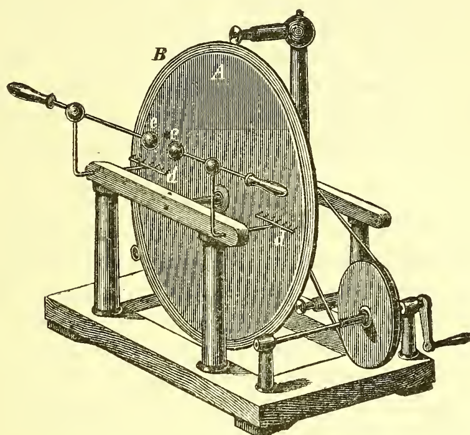
Wird bei umstehender Maschine (Fig. 9) die Glasscheibe gedreht, während das Reibzeug mit der Erde in leitender Verbindung steht, so giebt sie die fortwährend in ihr sich bildende positive Elektricität an den Conductor ab und lädt diesen mit + Elektricität, von diesem dafür dessen negative eintauschend. Indem diese negative Elektricität sich fortwährend mit der positiven der Glasscheibe verbindet, wird diese wieder unelektrisch oder vielmehr neutral elektrisch und kann von Neuem durch Reibung eine Zerlegung erleiden und so immer von Neuem positive Elektricität an den Conductor abgeben.

Elektricitätserregung durch Vertheilung (Influenz). Nähert man einem elektrisch z. B. positiv geladenen Körper einen isolirten unelektrischen Leiter, aber nicht so nahe, dass ein Funken von ersterem auf letzteren überspringen kann, so werden in dem unelektrischen Körper die natürlich gebundenen zwei Elektricitäten von einander einfach durch Influenz auseinander gerissen; es sammelt sich die negative auf der dem positiv elektrischen Körper nächsten Stelle an, während die gleichartige positive in den entfernten Theil des Leiters fortgetrieben wird. Wenn man nun diesen Leiter in zwei Hälften theilen würde, dann würde die eine Hälfte nur mit negativer, die andere nur mit positiver Elektricität geladen sein. Oder wenn man an dem ungetheilt gebliebenen Leiter die positive Seite mit dem Erdkörper leitend verbände, dann würde die positive Elektricität den Leiter verlassen, und dieser würde nur noch negativ elektrisch sein. Es kann also der vorher unelektrische Leiter durch einen bereits elektrischen Körper elektrisch gemacht werden, ohne dass letzterer von seiner Elektricität etwas hergegeben hat. Das nennt man Elektricitätserregung durch Vertheilung (Influenz).

Die Holtz'sche Vertheilungs- (Influenz-) Maschine (Fig. 10 und 11) hat als Grundlage eine kleinere *A* und eine grössere *B* Glasscheibe, die sehr nahe an einander gerückt sind und einander parallel stehen. Letztere *B* ist mittelst isolirender Klammern an 4 Glassäulen unbeweglich befestigt und hat 2 entgegengesetzt angebrachte Ausschnitte *(a)*, hinter welchen die sogenannten Belegungen *b* (gezahnte Papierstücke, deren Spitzen frei in die Ausschnitte hineinschauen) angeklebt sind. Die Glasscheibe *A* kann sehr schnell um eine Axe gedreht werden; vor ihr und genau den auf der festen Scheibe angebrachten Belegungen gegenüber (welche in Fig. 10 nicht, wohl aber in Fig. 11 sichtbar sind) sind 2 Rechen

mit Saugspitzen *d* ähnlich wie bei vielen Reibelektrisirmaschinen angebracht, mit denen die sogenannten Entladungskugeln *e* in leitender Verbindung stehen. Wenn man der einen Belegung der un-

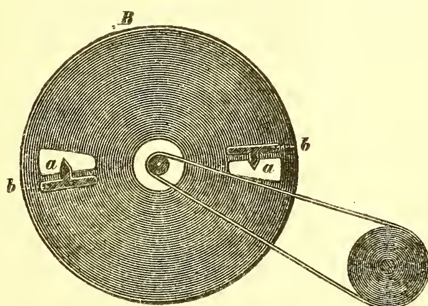
Fig. 10.



Holtz'sche Influenzmaschine von der Seite der beweglichen Scheibe *A* aus.

beweglichen Scheibe *B* beispielsweise durch Berührung mit einer elektrisch gemachten Hartkautschukmasse positive Elektricität mittheilt, so wirkt diese durch Influenz vertheilend auf die bewegliche

Fig. 11.



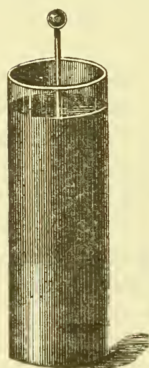
Ansicht der Holtz'schen Influenzmaschine von der anderen Seite, der unbeweglichen Scheibe *B* aus.

Glasscheibe *A* und auf den benachbarten Einsauger *d*; letzterer wird negativ elektrisch und lässt seine positive Elektricität in die Entladungskugeln abfliessen. Die bewegliche Glasscheibe wird ebenfalls mit negativer Elektricität geladen, und diese ist durch die auf dem Weg der Influenz gebildete entgegengesetzte Elektricität der

unbeweglichen Scheibe gebunden. Kommt nun im Laufe der Drehung dieser negativ geladene Theil der beweglichen Scheibe vor die Belegung der anderen Seite, so giebt sie von ihrer negativen Elektricität an diese und weiter an die Saugspitzen und die Entladungskugeln dieser Seite ab und nimmt dafür positive auf. Es ist demnach während der Drehung immer die eine Hälfte der Scheibe +, die andere — elektrisch und giebt immer an die Entladungskugeln der einen Seite +, an die der anderen Seite — Elektricität ab, die sich dann auf dem Wege durch die Luft in Form ausserordentlich grosser, blitzähnlicher Funken, oder durch anderweitige Leitungen unsichtbar wieder gegenseitig neutralisiren können.

Die Leydener oder Kleist'sche Flasche (Fig. 12) ist ein an seiner äusseren und inneren Wand bis zu einer bestimmten Höhe mit Stanniol belegtes Glas. Die innere Stanniolbelegung ist mit einem aus dem Glase hervorragenden metallenen Knopfe in leitender Verbindung: Verbindet man letzteren mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine und gleichzeitig die äussere Belegung mit dem Erdboden, so wird sich an der inneren Stanniolbelegung positive Elektricität, auf der äusseren negative ansammeln, und zwar je nach der Grösse der Flasche in oft sehr bedeutendem Grade. Wenn man beide Belegungen durch einen Leiter, z. B. einen Metalldraht mit einander in Verbindung bringt, dann tritt ein Ausgleich der beiden Elektricitäten ein in Form eines Funkens oder eines Stromes. Um sehr grosse Elektricitätsmengen in dieser Weise anzuhäufen, kann man viele solcher Flaschen zu einer elektrischen Batterie mit einander verbinden.

Fig. 12.



Kleist'sche Flasche.

Durch alle die genannten Apparate war es nur möglich, Elektricität anzusammeln und dieselbe behufs Herstellung eines Gleichgewichtszustandes zu entladen. Diese Entladungen sind aber immer nur von ausserordentlich kurzer Dauer; erst wenn die neuerdings erzeugte Elektricität wieder eine gewisse Spannung erlangt hätte, wäre wieder eine plötzliche Entladung zu erreichen. Durch die im nächsten Capitel folgende Elektricitätsentwickelung dagegen ist es möglich, ständig und unaufhörlich grosse Mengen Elektricität zu erzeugen und dieselbe in einem beständigen und unaufhörlichen Strome (dem galvanischen Strome) durch einen geschlossenen Leiter hindurch kreisen zu lassen.

II. Ueber die Erzeugung von Elektricität durch Berührung (Contact) und den beständigen (continuirlichen) galvanischen Strom.

Wenn man zwei leitende, nicht gleichartige Körper, z. B. zwei Metalle, wie Eisen und Kupfer, mit einander in einfache Berührung bringt, so entsteht ebenfalls eine Vertheilung und demnach Erregung von zwei Elektricitäten; das Eisen wird sich positiv, das Kupfer negativ elektrisch zeigen, vorausgesetzt, dass man beide Metalle an isolirenden Handgriffen auseinander genommen und während der Berührung derselben die entgegengesetzten Elektricitäten in den Erdboden abgeleitet hatte. Während der Berührung ist offenbar die positive Elektricität des Eisens und die negative des Kupfers nach der Stelle hingezogen worden, an der sich beide Metalle berührten, und haben sich beide gegenseitig gebunden, während die frei gewordene negative Elektricität des Eisens, sowie die positive des Kupfers, abgestossen, durch die leitende Verbindung nach dem Erdboden hin entwichen sind. Nach der Trennung beider Metalle werden dann die an den Berührungsstellen vorher gebundenen Elektricitäten frei und sind jetzt elektroskopisch nachzuweisen. Wenn man verschiedene Metalle der Reihe nach mit einander in oben angegebener Weise in Berührung bringt und auf ihre Elektricitäten prüft, so findet man immer wieder dieselbe Erscheinung; das eine Metall wird positiv, das andere negativ elektrisch. Man hat so eine (Volta'sche) elektromotorische Spannungsreihe aufstellen können, in welcher bei gegenseitiger Berührung jedes vorauskommende Metall positiv, und jedes nachfolgende negativ elektrisch, und die Elektricitätserregung um so stärker wird, je weiter in der Reihe die beiden Metalle auseinander stehen. Es zeigt sich dabei eine merkwürdige Uebereinstimmung zwischen der auftretenden Elektricitätsart und der Oxydirbarkeit; Zink, das am leichtesten oxydirbare Metall, ist das positivste, die edlen Metalle und die Superoxyde sind die negativsten Glieder in der Reihe, wie sie z. B. Pfaff festgestellt hat:

+ Zink, Cadmium, Zinn, Blei, Wolfram, Eisen, Wismuth, Antimon, Nickel, Kupfer, Silber, Gold, Tellur, Palladium, Platin, Schwefelkies, Graphit, Kohle, Kalk, Braunstein —.

Die Grösse der durch gegenseitige Berührung entstehenden Elektricität ist an sehr glatten und frisch hergestellten, einander sehr innig berührenden Flächen am grössten, bei bereits oxydirten oder sonst unebenen Platten wird sie bedeutend vermindert in Folge der mangelhaften gegenseitigen Berührung. Wenn man die Elektricitätsentwickelung zwischen Zink und Kupfer = 100 setzt, kann man nach Kohlrausch für verschiedene Combinationen folgende Zahlen für die Stärke der erregten Elektricitäten setzen:

29,8 für Eisen mit Silber.
31,9 „ „ „ Kupfer.

32,3	für	Eisen	mit	Platin.
39,7	„	„	„	Gold.
42,3	„	„	„	Kupfer.
74,7	„	Zink	„	Eisen.
92,7	„	Platin	„	Kupfer.
100,0	„	Zink	„	„
105,6	„	„	„	Silber.
107,0	„	„	„	Platin.
112,7	„	„	„	Gold.

Nicht blos durch die Berührung zweier Metalle, sondern auch durch Berührung eines Metalles mit irgend einer Flüssigkeit entsteht eine Elektricitätsvertheilung. Ein in Wasser getauchtes Metall wird stets negativ und gleichzeitig das Wasser positiv elektrisch. Je nach der angewendeten Flüssigkeitsart verhalten sich die Metalle verschieden; in reinem Wasser ist die Elektricitätserregung nur sehr schwach; in Wasser, Aetzalkalien, Ammoniak, Zinnchlorür und -chlorid, schwefelsaurem Zink und Eisenoxydul werden fast alle Metalle negativ elektrisch; dagegen in Eisenchlorid-, Höllensteinlösung, in schwefelsaurem Kupfer und Salmiak nur zum Theil negativ, zum Theil positiv elektrisch. Nach Péclet ferner zeigen sich die nach der Volta'schen Spannungsreihe am meisten positiven und zugleich oxydirbarsten Metalle in Flüssigkeiten am meisten negativ, die edlen dagegen mehr positiv.

In folgenden von Pfaff gefundenen Reihen sind die Metalle, welche in den voraus angegebenen Flüssigkeiten negative Elektricität (—) annehmen, durch das Zeichen = von denen getrennt, welche positiv (+) werden; die stärkst negativen Metalle machen den Anfang, die schwächst positiven den Schluss:

In Aetzalkalien	wird	— Zinn, Zink, Antimon, Blei, Kupfer, Gold, Platin, Stahl, Silber.
„ Ammoniak	„	— Zinn, Antimon, Blei, Silber, Eisen, Kupfer.
„ Schwefelsäure	„	— Antimon, Zinn, Zink = Eisen, Kupfer, Platin, Gold, Silber, Blei +.
„ Salpetersäure	„	— Eisen, Antimon, Zink = Kupfer, Zinn, Blei, Gold, Platin, Stahl +.
„ Salzsäure	„	— Zink, Zinn, Blei, Kupfer = Antimon, Silber, Gold, Platin, Stahl +.
„ schwefels. Kupferoxydlösung	„	— Gold, Platin = Silber, Antimon, Kupfer, Eisen, Blei, Zinn, Zink +.
„ Salmiaklösung	„	— Blei, Zink, Gold = Silber, Eisen, Kupfer, Antimon, Blei, Zinn +.

Bringt man aber in eine Flüssigkeit zwei Metalle, so werden nicht etwa diese beiden Metalle negativ (wie wenn jedes einzeln in dieselbe Flüssigkeit getaucht worden wäre) und die Flüssigkeit positiv, sondern es wird immer das eine Metall positiv, das andere negativ elektrisch. Wenn wir z. B. einen Zink- und einen Kupferstab in eine verdünnte Schwefelsäurelösung tauchen, so wird das Zink negativ, das Kupfer positiv elektrisch; denn die negative

Elektricität des Zinks in der Flüssigkeit ist bedeutend grösser, als die des Kupfers; Schwefelsäurelösung wird bei Berührung mit Zink stark positiv, und diese positive Elektricität der Flüssigkeit übertrifft die negative Elektricität, welche das Kupfer annehmen würde (vorausgesetzt, dass es allein in der Flüssigkeit stände), so bedeutend, dass auch das Kupfer positiv elektrisch wird, nur vermindert um den Betrag der negativen Spannung, welche das Kupfer bei alleiniger Berührung mit der Flüssigkeit angenommen hätte.

Galvanischer Strom; galvanische Elemente und Säulen (Ketten, Batterien).

Jede elektricitätserregende Combination zweier Metalle nennt man ein Element, eine Vielzahl von Elementen Säule, Kette oder Batterie[1]). Unter offener Kette versteht man eine solche, bei welcher die äussersten Glieder (Pole), also z. B. auf der einen Seite das Zink, auf der anderen das Kupfer, ausserhalb der Flüssigkeit nicht mit einander etwa durch einen Metalldraht verbunden sind. Bei den geschlossenen Ketten sind die beiden Pole in leitender Verbindung, meist mittelst eines Metalldrahtes, des sogenannten Schliessungsbogens, durch welchen die nach den beiden Polen getriebenen entgegengesetzten Elektricitäten sich gegenseitig ausgleichen können. Der Schliessungsbogen wird von einem galvanischen Strome unaufhörlich und fortgesetzt (continuirlich) durchflossen und dauert nicht wie bei den Reibelektrisirmaschinen nur einen Moment lang an, weil in jeder Zeiteinheit die abfliessenden, bezw. sich gegenseitig abgleichenden Elektricitätsmengen durch die im Element stattfindenden chemischen Processe ersetzt und erneuert werden.

Richtung des galvanischen Stromes; Ort des positiven und negativen Poles in den Elementen. Die Richtung, welche der galvanische Strom im Schliessungsbogen nimmt, bezeichnet man willkürlich ausschliesslich nach dem Wege, den die positive Elektricität in demselben nimmt. Stets ist in allen Combinationen das aus der Flüssigkeit herausschauende Zinkende der negative Pol; das aus der Flüssigkeit herausschauende andere Metall dagegen der positive Pol. Es geht also immer der Strom vom Kupfer, vom Eisen, vom Platin, von der Kohle u. s. w. durch den Schliessungsbogen zum Zink. Natürlich ist in der Flüssigkeit der Strom in Fortsetzung des äusseren im Schliessungsbogen verlaufenden Stromes umgekehrt vom Zink zum Kupfer laufend; von den in die Flüssigkeit getauchten Metallenden ist daher umgekehrt der positive Pol am Zink, der negative an den anderen Metallen.

---

[1]) Der Name „Säule“ rührt von der ersten im Jahre 1800 von Volta erfundenen galvanischen Säule her und wird in fast allen Ländern gebraucht; nur in Deutschland gebraucht man häufiger die Bezeichnung „Batterie“ oder „Kette“.

Vielfältig Anlass zur Verwirrung giebt und gab der Umstand, dass in der Volta'schen Säule bei einfacher Berührung mit anderen Metallen das Zink stets positiv elektrisch ist und daher das positive Metall genannt wird, während bei Combination von Metallen mit Flüssigkeiten, also in allen modernen Elementen, der negative Pol am äusseren Zinkende sitzt. Uebrigens ist auch an der Volta-schen Säule selbst je nach der Anordnung derselben der negative Pol bald an dem Zinkende, bald an dem Kupferende, und natürlich vice versa der positive Pol; es kann daher in der Literatur der älteren mit der Volta'schen Säule gemachten Versuche der eine Forscher mit dem Kupferpol ebenso gut den positiven, wie den negativen Pol gemeint haben. Man muss daher bei jedem Autor erst nachsehen, welche Anordnung die von ihm angewendete Volta'sche Säule hatte. Besteht sie, wie meist und in Fig. 13 nur aus Plattenpaaren, deren jedes durch einen feuchten Tuchlappen von einander getrennt ist, dann ist der positive Pol auf der Seite des Zink *(z)*, der negative auf der Seite des Kupfers *(k)*. Sind dagegen, wie an der Säule Fig. 14, die äussersten ungleichnamigen Metalle hinweggenommen, so bleiben trotzdem die Pole auf denselben Seiten, wie bei der vorigen Anordnung, also der positive Pol auf der Seite, wo früher das Zink war und jetzt aber nur eine Kupferscheibe ist, u. s. w., mit anderen Worten: In der Volta'schen Säule hängt das Zeichen des Pols von der Ordnung ab, in der Metalle und die Zwischenschicht auf einander folgen, und nicht von den Metallen, mit denen man zufällig die Säulen enden lässt. — Dagegen ist, wie gesagt, in allen Combinationen von Flüssigkeiten mit Metallen ausnahmslos der negative Pol an dem aus der Flüssigkeit herausschauenden Zinkende.

Fig. 13.

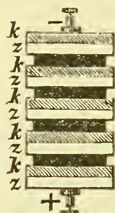
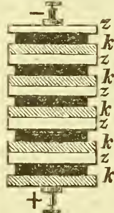


Fig. 14.



Stromstärke, Stromschnelligkeit, Widerstände. Unter Stärke eines galvanischen Stromes versteht man die in einer Zeiteinheit durch den Schliessungsbogen hindurchlaufende Elektricitätsmenge; man kann dieselbe messen an der Ablenkung einer Magnetnadel in einem Galvanometer (Tangenten- oder Sinusboussole) oder durch die von dem Strom hervorgerufene Zersetzungsgrösse einer Flüssigkeit (Voltameter).

Am leichtesten verständlich sind die Vorgänge der elektrischen Kraftwirkungen, wenn wir mit Zech das elektrische Fluidum geradezu mit in Canälen eingeschlossenen, theils gestauten, theils strömenden Wassermassen vergleichen.

Genau wie eine gestaute Wassermasse kann auch die an den Polen eines Elements sich ansammelnde (stauende) Elektricitäts-

menge erst dann Wirkungen ausüben, wenn sie sich in Bewegung setzen und vom Ort der Stauung abströmen kann.

Wie eine hinter einer Schleuse gestaute Wassermenge einen um so grösseren Druck auf diese ausübt, je grösser sie ist und je höher sie steht und schliesslich bei einem gewissen Punkt angelangt das sich entgegenstemmende Hinderniss zertrümmert oder darüber hinwegstürzt: ebenso ist die an einem Punkt sich anhäufende Elektricität von um so grösserer Spannung, je mehr sie sich ansammelt, auch kann sie bei einer gewissen Spannungsgrösse jedes sich entgegenstellende Hinderniss, jeden Widerstand überwinden und sich entladen.

Genau wie eine strömende Wassermasse um so gewaltigere Arbeit leistet, je grösser die Wassermengen sind und je steiler und schneller sie bergab stürzen: so hat ein elektrischer Strom um so energischere Wirkungen, je grössere Elektricitätsmassen durch Reibung oder durch Contact oder durch chemische Zersetzung erzeugt werden und je schneller und widerstandsloser sich diese Massen in dem Schliessungsbogen gegen einander bewegen können.

Wie in einem Canal mit durchweg gleichem Gefäll an jedem Punkt ein Wasserrad mit der gleichen Kraft herumgetrieben wird: ebenso ist in einem elektrischen Stromkreis an jedem Punkt des Kreises die Wirkung die gleiche, und wird z. B. eine an verschiedenen Punkten eingeschaltete Magnetnadel in gleicher Stärke abgelenkt.

Wie bei einem in mehrere Arme sich theilenden Flusse die Wassermenge sämmtlicher Arme gleich sein muss der Wassermenge, welche der Fluss vor seiner Theilung hatte; wie ferner am meisten Wasser in denjenigen Armen fliessen muss, die weiter, tiefer und stärkeren Gefälls sind: ebenso ist in verzweigten elektrischen Leitungen die Summa der Elektricitätsmenge und der Stromstärke der Zweigleitungen gleich der Elektricitätsmenge und Stromstärke des Hauptstroms, und sind in den Zweigen mit geringerem Widerstande die Elektricitätsmenge und Stromstärke grösser, wie in den Zweigen mit grösserem Widerstande.

Um zu wissen, wie gross die Arbeitsfähigkeit eines fliessenden Wassers ist, müssen wir das Gewicht des in 1 Secunde durch den Querschnitt seines Rinnsals fliessenden Wassers oder auch die Strömungsgeschwindigkeit einer z. B. 1 Meter langen gewogenen Wasserstrecke bestimmen; die Wassermenge mit ihrer Bewegungsschnelligkeit multiplicirt ergiebt die in jeder Stunde zu Gebote stehende Wassermenge, d. i. die Arbeitsfähigkeit des in dem Canal fliessenden Wassers. Ebenso ist die Arbeitsfähigkeit, d. i. die Stärke eines elektrischen Stromes S gleich der Elektricitätsmenge (meist elektromotorische Kraft genannt) E multiplicirt mit ihrer Geschwindigkeit G

$$S = E \cdot G.$$

Als Einheit der elektromotorischen Kraft hat man diejenige

Elektricitätsmenge bestimmt, welche in einem Kreise von dem Gesammtwiderstande von 1 Siemens'schen Einheit (vergl. unten) in 1 Minute 1 Cctm. Wasser zersetzt.

Da die Geschwindigkeit von dem sich entgegensetzenden Widerstande abhängig und um so kleiner ist, je grösser der letztere, kann man auch sagen, die Stromstärke ist gleich der Elektricitätsmenge, dividirt durch die Grösse des Widerstandes W

$$S = \frac{E}{W}$$

Hinsichtlich der Widerstände in dem elektrischen Stromkreis unterscheidet man zweckmässig den stets gleichbleibenden und demnach wesentlichen oder inneren Widerstand W in dem Element selbst, und den veränderlichen, unwesentlichen, äusseren Widerstand (w) in dem Schliessungsbogen, welcher je nach der Einschaltung verschiedener Apparate und Körpertheile einem häufigen Wechsel unterliegt. Man kann deshalb statt obiger zusammenfassender Formel auch schreiben

$$S = \frac{E}{W + w}$$

Die vom Element gelieferte Elektricitätsmenge E, sowie den wesentlichen Widerstand W heisst man die galvanischen Constanten der Säule.

Die Widerstände in verschiedenen Leitern sind sehr verschieden und hängen sowohl von der Form und Grösse, wie von der Substanz ab.

Bei Leitern von gleicher Substanz ist der Widerstand direct proportional der Länge L und verkehrt proportional dem Querschnitt Q des Leiters.

$$W = \frac{L}{Q}$$

Hinsichtlich der Substanz weiss man, dass Metalle einen bedeutend geringeren Widerstand besitzen, als Flüssigkeiten. Alle Bezeichnungen der Widerstände in der Substanz in Zahlen haben nur einen relativen Werth, da jede Verunreinigung, Temperaturänderung, ja sogar jede Spannungsänderung wesentliche Unterschiede bedingt.

Wenn man den Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 Qu.-Mmtr. Querschnitt und 1 Meter Länge nach Siemens als Widerstandseinheit (Siemens'sche Einheit S. E.) zu Grunde legt, so bildet ein gleich grosser Silberdraht bei gleichen Bedingungen einen 50 Mal geringeren Widerstand, Kupfer einen 40 Mal, Gold einen 30 Mal, Zink einen 15 Mal, Eisen einen 10 Mal und Platin einen 5 Mal geringeren Widerstand; oder wenn wir es anders ausdrücken, so leitet Quecksilber 50 Mal schlechter, wie Silber, 40 Mal schlechter, wie Kupfer, u. s. f.

Der Widerstand von flüssigen Substanzen ist weitaus bedeutender, wie der der Metalle; so ist z. B. der Widerstand der Salpetersäure um 200000 grösser, wie der des Quecksilbers, der von Schwefelsäure (1,10 spec. Gew.) 75000 Mal grösser, wie der des Neusilbers; der einer concentrirten Kupfervitriollösung 2500000 Mal grösser, wie der von Platin; der Widerstand reinen Wassers etwa 1000 Millionen Mal grösser, wie der des Kupfers oder Platins. Dieser enorme Widerstand des Wassers wird schon durch sehr schwache Zumischungen von Salzen, Säuren oder Alkalien bedeutend verringert, z. B. durch Beimengung von 0,00006 Salpetersäure auf $^1/_6$ des ursprünglichen Widerstandes. Uebrigens werden im praktischen Gebrauch die Zahlen mit einander vergleichbarer, weil dort die Flüssigkeiten immer weitaus grössere Querschnitte haben, wie die Metalle; so hat z. B. ein Platindraht von $^1/_{10}$ Qu.-Mmtr. Querschnitt denselben Widerstand, wie eine 12procentige Kalilösung bei einem Querschnitte von 37,8 Qu.-Ctm.

Die thierischen Gewebe leiten ebenfalls ungemein schlecht, der menschliche Körper z. B. 50 Millionen Mal schlechter, wie Kupfer.

Weiter oben (S. 179) haben wir Körper kennen gelernt, wie z. B. Glas, dürres Holz u. s. w., deren Widerstand ein so enormer ist, dass man sie als Nichtleiter (Isolatoren) betrachten kann.

Die Kenntniss der Widerstände in den galvanischen Ketten hat auch eine grosse praktische Wichtigkeit und hat zu folgenden Regeln geführt:

1) Wenn der ausserwesentliche Widerstand (d. i. der Widerstand des Schliessungsbogens) nur sehr klein ist, wie z. B. in dem Draht einer galvanokaustischen Schlinge, so muss man sich zur Erzeugung der beabsichtigten Wirkung weniger, aber sehr grosser Elemente bedienen. Denn durch die Vermehrung der Zahl gleich gross bleibender Elemente würde zwar die Stromstärke, aber in gleichem Verhältniss auch der Widerstand in den Elementen selbst vermehrt, so dass die Stromstärke im Ganzen doch nicht oder nur unmerklich anwachsen könnte. Es sei in einem galvanischen Elemente die elektromotorische Kraft = E, der wesentliche Widerstand = W und der Widerstand im kurzen, aus einem dicken Metalldraht bestehenden Schliessungsbogen sehr klein, also = w, so ist, wie wir bereits oben gesehen, die Stromstärke S im geschlossenen Element

$$S = \frac{E}{W + w}$$

Wenn wir 2 oder 3 Elemente derselben Art bei gleichbleibendem Schliessungsbogen nehmen, so haben wir

$$S_2 = \frac{2\,E}{2\,W + w}$$

$$S_3 = \frac{3\,E}{3\,W + w}$$

Da aber w in seinem Werthe so ungemein klein ist, bleibt es sich gleich, ob wir im Nenner 2 W + w oder 2 (W + w) setzen, also

$$S_2 = \frac{2\,E}{2\,(W + w)} = \frac{E}{W + w}$$

$$S_3 = \frac{3\,E}{3\,(W + w)} = \frac{E}{W + w}$$

und demnach

$$S_1 = S_2 = S_3$$

u. s. w.

Wenn wir dagegen bei gleichbleibendem Schliessungsbogen mit verschwindend kleinem Widerstande Elemente verbinden, deren Metallplatten doppelt so gross sind, wie in den Elementen des vorigen Beispiels, so wird der Widerstand im Element selbst wegen des doppelt so grossen Querschnitts um die Hälfte kleiner sein, da ja der Widerstand verkehrt proportional der Grösse des Querschnitts ist. Es ist demnach in dem so vergrösserten Element die Stromstärke

$$S = \frac{E}{\frac{W}{2} + w}$$

oder, da w sehr klein ist, ohne grossen Fehler auch

$$S = \frac{E}{\frac{W + w}{2}} = 2\,\frac{E}{W + w}$$

und demnach

$$S = 2\,S$$

was in Worten so viel heisst wie, dass durch die Vergrösserung der Oberfläche der Metallplatten im Element die Stromstärke doppelt so gross geworden ist.

Wenn dagegen, wie z. B. bei Einschaltung eines lebenden Körpertheiles in den Schliessungsbogen, der ausserordentliche Widerstand so gross wird, dass der wesentliche Widerstand in der Kette selbst als klein dagegen erscheinen kann, dann wirkt eine Vergrösserung des Elements nicht so gut, wie das Hinzufügen eines zweiten, dem ersten gleich kleinen Elements; dann ist es besser, mehrere und kleine Elemente anzuwenden. Hier ist der Widerstand W im Element ganz unwesentlich im Verhältniss zum enorm grossen Widerstand w des Schliessungsbogens. Bei 1 Element ist dann

$$S_1 = \frac{E}{W + w}$$

bei 2 Elementen

$$S_2 = \frac{2\,E}{2\,W + w}$$

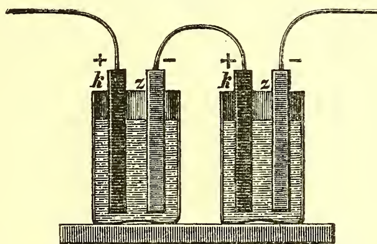
und da wir die Verdoppelung des Widerstandes in den 2 Elementen ganz vernachlässigen können gegenüber dem enormen Widerstand w im Schliessungsbogen, so ist

$$S_2 = \frac{2\,E}{W + w}$$

in Worten: die Stromstärke ist bei 2 Elementen um das Doppelte gestiegen, während die Widerstände im ganzen Stromkreise sich ziemlich gleich geblieben sind. [1])

Es lässt sich diese für die Praxis wichtige Thatsache als Gesetz wie folgt formuliren: Bei grossem, ausserwesentlichem Widerstande wächst die Stromstärke einer galvanischen Batterie im geraden Verhältniss mit der Zahl der Elemente.

Fig. 15.



2) Man hat es in der Hand, in derselben Kette nach Belieben und ohne Aenderung der Metalle sich Elemente von grösserer Oberfläche oder, besser ausgedrückt, sich eine Wirkung zu verschaffen, wie bei grösseren Dimensionen der Metalle, nämlich wenn man nicht, wie gewöhnlich, die Elemente ungleichnamig [2]), hinter einander (Fig. 15) verbindet, also den negativen Pol des ersten Elements mit dem positiven des zweiten u. s. w., sondern gleichnamig neben einander (Fig. 16), indem man alle positiven Pole und alle negativen Pole in je einen Draht zusammenlaufen lässt und zwischen den Enden dieser beiden Sammeldrähte den Schliessungsbogen einschaltet. Es wird dies durch folgende Erwägung klar gemacht werden: Wenn man 2 Elemente hinter einander (ungleich-

---

[1]) Ueber die demnach zu treffende Auswahl je nach der Benutzung und je nach den in den Schliessungsbogen einzuschaltenden Widerständen siehe unten S. 206 und 207.

[2]) Man bezeichnet und unterscheidet eine Reihe ungleichnamig (hinter einander) verbundener Elemente (KZ . KZ . KZ u. s. f.) als Säule, eine Reihe gleichnamig (neben einander) verbundener (K . K . K . . . Z . Z . Z) als Kette.

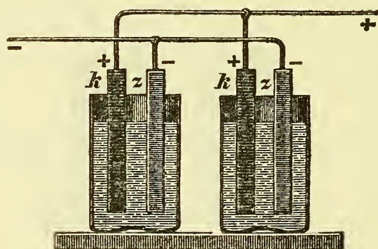
namig), also z. B. den negativen Zinkpol *z* mit dem positiven Kupferpol *k* des nächsten Elements verbindet, nach Fig. 15, so geht der Strom 2 Mal durch die Flüssigkeit vom Zink zum Kupfer, erhält auf diese Weise zwar die doppelte Elektricitätsmenge, muss aber auch einen doppelten Widerstand durchbrechen. Es ist daher

$$S = \frac{2\,E}{2\,W + w} = \frac{E}{W + \frac{w}{2}}$$

Es wirken demnach 2 hinter einander verbundene Elemente nicht stärker, wie 1 dieser Elemente, dessen ausserwesentlicher Widerstand w um die Hälfte verkleinert ist. Dasselbe ergiebt die Betrachtung bei einer vielelementigen Kette. Viele hinter einander verbundene Elemente liefern keinen stärkeren Strom, wie eines derselben, dessen ausserwesentlicher Widerstand im Schliessungsbogen um die Zahl jener Elemente verkleinert wurde.

Dagegen wirken 2 Elemente, die neben einander (gleich-

Fig. 16.



namig: Zink- mit Zinkpol, Kupfer- mit Kupferpol) verbunden sind (Fig. 16), gerade wie 1 gleiches Element mit doppelt so grosser Metalloberfläche, da der elektrische Strom nur einmal durch die Flüssigkeit geht, also bei gleichbleibender Elektricitätsmenge nur den halben Widerstand zu überwinden hat, wie bei doppelt so grossen Metallplatten. So haben also x beliebig viele neben einander verbundene Elemente dieselbe Stromstärke, wie 1 Element, dessen Plattenpaar um x Mal vergrössert, dessen Widerstand also um x Mal verkleinert wäre.

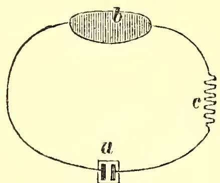
3) Da die Metalloxyde ungemeine Widerstände darbieten, grössere sogar wie das Wasser, so muss man alle Verbindungen und Contacte in den galvanischen Batterien vor Oxydation hüten, oder, da eine solche sehr leicht eintritt, die Verbindungen oft reinigen. Um 2 Drähte ohne weitere Hülfsmittel mit einander zu verbinden, darf man dieselben wegen der bald eintretenden Oxydation nicht etwa nur um einander wickeln, sondern muss sie mit einander verlöthen. Sonst sind Schraubenverbindungen allein zweck-

mässig, weil durch den Druck und die Drehungen der Schraube immer eine Reinigung der berührenden Oberflächen bewirkt wird.

4) Man kann mit einer einzigen Batterie mehrere, ja viele Kranke gleichzeitig behandeln, ohne dass die Stromstärke, die jeder Einzelne erhält, durch die Abzweigung des Stromes in die anderen Körper um eine nennenswerthe Grösse geschwächt wird; nur die Abnutzung der Zinke in den Ketten wird eine etwas raschere sein. Jede Zweigleitung erhält einen Strom, als ob die andere Zweigleitung nicht vorhanden wäre.

Methoden zur Abstufung der Stromstärke. Man kann die Stromstärke in verschiedener Weise variiren, entweder indem man verschieden viele galvanische Elemente benutzt, oder indem man variirbare künstliche Widerstände in den Stromkreis einschaltet. Mit ersterer Methode geschieht die Abstufung natürlich immer sprungweise, so dass bei Einschaltung oder Ausschaltung eines neuen Elements jedesmal ungewollte Reizerscheinungen durch die eintretende Stromschwankung bedingt werden. Die letztere Methode, künstliche Widerstände, die sogenannten Rheostaten (vergl. auch S. 213), in die Hauptschliessung oder als Nebenschliessung einzuschalten, ist die vorzüglichere. Schaltet man den Rheostaten unmittelbar in die Hauptleitung ein, wie in Fig. 17, dann wird der Strom nur durch die Steigerung des Gesammtwiderstandes vermindert; da aber der thierische Organismus an und für sich schon einen grossen Widerstand darbietet, wären zur weiteren Herabsetzung der Stromstärke Rheostaten von zu grossem Widerstand (bis zu 100000 S. E.), also von zu grossen Dimensionen nöthig; in diesem Falle sind daher Flüssigkeitsrheostaten, die an und für sich auch starke Widerstände bieten, brauchbarer.

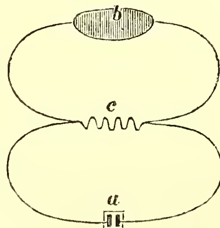
Fig. 17.



Einschaltung eines Rheostaten in die Hauptschliessung (schematisch); *a* das Element, *b* der durchströmte Organismus, *c* Rheostat.

Schaltet man dagegen einen Rheostaten als Nebenschliessung ein, wie in Fig. 18 in der Weise, dass der im Element *a* gebildete Strom sich in 2 Aeste theilt, von denen der eine durch den Organismus *(b)*, der andere durch den Rheostaten *(c)* geht, so kann man durch Einschaltung vieler oder aller Widerstände in letzterem den ganzen Strom durch den Körper zu gehen zwingen, während nach Beseitigung der Widerstände in ersterem fast der ganze Strom durch den Rheostaten hindurch zum Element zurückkehrt und den Organismus ganz umgeht.

Fig. 18.

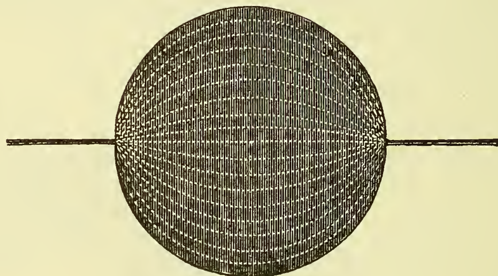


Nebenschliessung.

Stromdichte und Stromstärke sind nicht das Gleiche. In einer geschlossenen Kette kreist der Strom in jedem Querschnitt des Kreises in gleicher Stärke, aber in verschiedener, dem Querschnitt umgekehrt proportionaler Dichte: wo die Leitung einen grossen Querschnitt hat, hat der gleich stark bleibende Strom eine geringere, wo die Leitung einen kleinen Querschnitt hat, eine grössere Dichte. Man macht sich dies am deutlichsten, wenn man sich den Strom in eine gleiche Zahl von parallelen Stromfäden zertheilt denkt; diese müssen um so dichter an einander gedrängt sein, je enger das Strombett ist, in dem sie fliessen können.

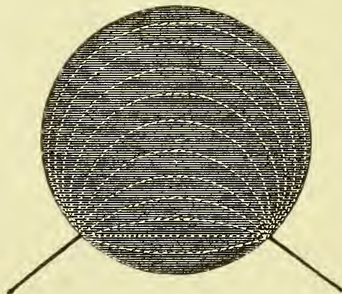
Ausbreitung des Stromes in leitenden Körpern. In linearen Leitern von gleichem Querschnitt ist die in der Zeiteinheit durchgehende Elektricitätsmenge durchweg gleich.

Fig. 19.



Wenn man einen und denselben elektrischen Strom durch noch so viele neben einander liegende Drähte hindurchleitet, so geht

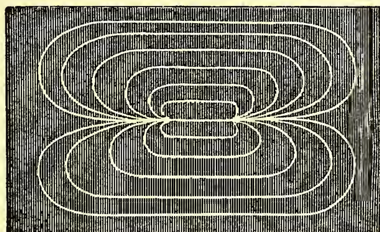
Fig. 20.



durch jeden derselben ein Theil des Stromes, und zwar im umgekehrten Verhältniss zum Widerstande. Ein leitender Körper von grösserer Ausdehnung kann betrachtet werden als aus unendlich vielen Drähten zusammengesetzt; es folgt daraus, dass, wenn ein Strom durch denselben hindurchgeleitet wird, dieser Strom in einer

Unmasse von Zweigen denselben durchfliesst, am dichtesten in der geraden Linie zwischen dem Ein- und Austrittspunkt des Stromes,

Fig. 21.



nach der Seite hin allmälig abnehmend, wie obige Figuren (19, 20, 21) auch ohne Beschreibung klar zeigen.

Elektrolyse.

Während die Elektricität in den Metallen unmittelbar von Theil zu Theil fortwandert, ohne den Leiter wesentlich zu ändern, ist ihre Durchleitung durch die meisten Flüssigkeiten stets von eeinr chemischen Zersetzung derselben begleitet. Alle in einen Stromkreis geschalteten Flüssigkeiten (und zwar ebensowohl die Flüssigkeit der Elemente, wie die etwa in den Schliessungsbogen eingeschalteten Flüssigkeiten, auch diejenigen, welche in und zwischen der lebenden Zelle, also im thierischen Körper sich befinden) werden von dem durchfliessenden Strom in ihre Bestandtheile zerlegt. Diese freigemachten Bestandtheile sammeln sich stets am Ein- und Austrittspunkt des Stromes in der betreffenden Flüssigkeit an; die dazwischen liegende Flüssigkeit bleibt unverändert. Es genügen wenige Beispiele: Wenn der Strom durch Wasser (H_2O) geht, so entwickeln sich an dem positiven Pol 1 Volumen Sauerstoff, an dem negativen 2 Volumina Wasserstoff; aus Salzlösungen scheidet sich die Säure an dem positiven, das Alkali oder Metall an dem negativen Pol ab; z. B. aus Jodkalium das Jod an ersterem, das Kalium an letzterem.

Man hat primäre und secundäre Zersetzungsproducte zu unterscheiden; die primären sind ausschliesslich Wirkungen des Stromes; die secundären Folge der verwandtschaftlichen Beziehungen der Zersetzungsproducte in der Flüssigkeit. Taucht man z. B. eine Zinkanode in eine Flüssigkeit, so entwickelt sich an derselben freier Sauerstoff; dies ist das primäre Zersetzungsproduct; der Sauerstoff oxydirt das Zink zu Zinkoxyd, dies ist das secundäre Zersetzungsproduct. In den sogenannten Voltametern sammelt man die elektrolytischen Zersetzungsproducte und kann aus der Menge derselben einen Rückschluss auf die Stromstärke machen.

Man nennt mit Faraday diese durch Elektricität bedingte chemische Zersetzung von Substanzen Elektrolyse, die zersetzbaren Flüssigkeiten Elektrolyte, die in die Flüssigkeiten tauchenden metallischen Pole Elektroden, den positiven Pol Anode, den negativen Kathode, die bereits ausgeschiedenen Zersetzungsproducte Ionen, die an der Anode erscheinenden Anion, die an der Kathode erscheinenden Kathion.

Nach Faraday's elektrolytischem Gesetze ist die Menge der ausgeschiedenen Stoffe (abgesehen von allen secundären Wirkungen) proportional der Stärke des durchgehenden Stromes und verhält sich bei verschiedenen Elektrolyten, wie die chemischen Aequivalente; den chemischen Aequivalenten der Stoffe entspricht daher ein gleiches elektrisches Aequivalent.

Die sehr genauen Versuche Hittorf's zur Bestimmung der elektrolytischen Veränderungen hatten folgende Ergebnisse: 1) Die elektrolytische Zerlegung von Flüssigkeiten steht in geradem Verhältniss zu dem Leitungsvermögen, aber in keiner unmittelbaren Beziehung zur Stärke der Affinität der Elektrolyte; sehr feste Verbindungen, z. B. Salzsäure HCl oder Kochsalz $NaCl$ werden durch den elektrischen Strom leicht, schwache Verbindungen, z. B. Quecksilberchlorid $HgCl$ gar nicht, Wasser H_2O schwer zerlegt. 2) In Lösungen von einer Vielzahl chemisch gegen einander indifferenter Substanzen verzweigt sich der Strom (genau nach dem Gesetz in festen Leitern) in den gelösten Substanzen im Verhältniss zur Leitungsfähigkeit der einzelnen Verbindungen. Sind gut leitende Substanzen in schlecht leitender Flüssigkeit, so erleiden nur erstere eine elektrolytische Zerlegung; in wässeriger Chlornatriumlösung z. B. wird nur das Chlornatrium und nicht das schlecht leitende Wasser zerlegt. 3) Als typische Elektrolyte dürfen die basischen Metalloxyde und die Wasserstoffverbindungen der Halogene gelten; es scheidet sich von diesen immer 1 Aequivalent Metall an der Kathode, 1 Aequivalent Säure oder Sauerstoff an der Anode ab. So zerfällt salpetersaures Silber in Silber und in Salpetersäure und Sauerstoff, Jodkalium in Kalium und Jod. 4) Manche schlechte Leiter werden erst durch Vermischung mit einer lösenden Flüssigkeit leicht zerlegbar. Beispielsweise sind Schwefelsäure SO_3, Salpetersäure NO_5 und ebenso Wasser H_2O schlechte Leiter; aber durch Vereinigung von Schwefelsäure mit Wasser oder von Salpetersäure mit Wasser entstehen die gut leitenden und leicht zersetzbaren Hydrate HSO_4 und HNO_6; und diese zerfallen elektrolytisch in $SO_3 + O$ und in H oder in $NO_5 + O$ und H. 5) Aus Doppelsalzlösungen scheidet sich an der Kathode meist nur das stärkere Metall aus, während das schwächere als Bestandtheil der eine Säurerolle spielenden Verbindung unausgeschieden bleibt; so zerfällt z. B. Natriumplatinchlorid $PtCl_2KCl$ in $PtCl_2 + Cl$ und K.

Ob ein Körper sich an der Anode oder Kathode abscheidet, hängt nicht sowohl von seiner Natur, als von jener des anderen

begleitenden Körpers ab; so wird Jod aus Jodkalium an der Anode, dagegen aus Chlorjod an der Kathode frei. In der folgenden von Berzelius angegebenen Reihe erscheint jeder frühere Stoff dem nachfolgenden gegenüber als negativ:

— **Sauerstoff, Schwefel, Stickstoff, Chlor, Brom, Jod, Phosphor, Arsen, Kohlenstoff, Antimon, Wasserstoff, Platin, Quecksilber, Silber, Kupfer, Blei, Eisen, Zink, Magnesium, Calcium, Natrium, Kalium** +.

Man hat die elektrolytische Zersetzung in verschiedener Weise zu erklären versucht. Zuerst (Grotthuss) glaubte man sie auf einen elektrischen Gegensatz der Molecüle, bezw. der Atome beziehen zu müssen. Sauerstoff sei negativ, Wasserstoff positiv elektrisch. Aus Wasser beispielsweise werde daher der elektronegative Sauerstoff von der Anode angezogen und aus seiner Verbindung mit dem Wasserstoff losgelöst; der in Folge dessen ebenfalls frei gewordene, aber von der Anode abgestossene (weil elektropositive) Wasserstoff gehe zum nächsten Wassermolecüle, zersetze dieses, indem es mit dessen Wasserstoff ein neues Wassermolecül bilde und den freigewordenen Wasserstoff dieses dem dritten Molecüle zutreibe. In dieser Weise bleibe dann schliesslich auf Seite der Kathode ein Wasserstoffmolecül frei. — Faraday erklärt die Elektrolyse durch die Annahme, dass bei der Schliessung des Stromes z. B. in Wasser, dessen Atome eine polare Stellung einnehmen; alle Sauerstoffatome drehten sich nach der Anoden-, alle Wasserstoffatome nach der Kathodenseite. Es würden sodann aus allen Molecülen durch eine innere Kraft Sauerstoff und Wasserstoff nach entgegengesetzten Seiten getrieben. — Hittorf führt die Trennung der Atome auf die Wirkung des elektrischen Stromes, die Wiedervereinigung in der Mitte der Flüssigkeit auf die gewöhnlichen chemischen Affinitäten zurück. — Clausius endlich zeigt, dass die Thatsachen keineswegs in allen Punkten mit den obigen Theorien stimmen, und führt die Elektrolyse nicht direct auf eine chemische Zerlegung, sondern lediglich auf eine Regulirung der unregelmässigen, durch die Wärme bedingten Atombewegungen zurück.

Bewegungen in der durchströmten Flüssigkeit. Stoffüberführung. Es scheiden sich an beiden Elektroden nicht nur die zunächst liegenden, elektrisch entgegengesetzten Ionen aus, sondern es findet auch eine Stoffüberführung von einer Seite auf die andere statt. Wenn man z. B. in einer salpetersauren Silberlösung ($AgNO_6$) die Concentration auf der Kathodenseite untersucht, so findet man, dass dieselbe immer grösser ist, als sie nach einer einfachen Berechnung sein müsste. Hittorf erklärt dies durch die verschiedene Bewegungsschnelligkeit der entgegengesetzten Ionen. Es findet diese Stoffüberführung nicht blos statt in der Richtung vom positiven Pol gegen den negativen Pol, sondern auch umgekehrt. Wenn man z. B. ein Glas zur Hälfte mit einer

50procentigen Jodkaliumlösung füllt, in diese eine mit Wasser gefüllte poröse Thonzelle stellt; wenn man sodann die aus Platin gefertigte Kathode in die Jodkaliumlösung, die aus demselben Metall bestehende und mit Glycerinsalbe bestrichene Kathode in das Wasser taucht, so zeigt sich in wenigen Secunden eine Ueberwanderung des Jod in das Wasser durch die Blaufärbung des positiven Platin.

Galvanische Endosmose. Sodann findet ein Transport der gesammten Flüssigkeit in der Stromrichtung (galvanische Endosmose) statt. Wenn man einen constanten Strom durch ein gleichschenkeliges U-Rohr leitet, in dessen Mitte eine poröse Scheidewand die gleichartigen Füllungsflüssigkeiten auseinander hält, so steigt die Flüssigkeit in dem mit der Kathode versehenen Schenkel in die Höhe und fällt auf der Anodenseite.

Polarisation. Wie aus dem bei der Elektrolyse Gesagten hervorgeht, üben in den galvanischen Elementen die Säuren und die Metalle gegenseitig einen elektrolytischen Einfluss auf einander aus, dessen einer Ausdruck die Bildung elektrischer Ströme, dessen anderer aber eine chemische Veränderung sowohl des Metalls wie der Flüssigkeit ist. Prüft man den elektrischen Strom, welcher beim Eintauchen von Zink und Kohle in verdünnte Schwefelsäure entsteht, z. B. mittelst einer Tangentenbussole, so sieht man, wie die die Stromstärke zeigende Ablenkung der Magnetnadel nach einiger Zeit immer kleiner wird und endlich ganz aufhört. Dies kommt von der sogenannten Polarisation, d. i. der Anlagerung der Ionen an die entgegengesetzt elektrischen Metalle. Der bei der chemischen Zersetzung der Säure auftretende elektropositive Wasserstoff geht zur elektronegativen Kohle; der sich bildende elektronegative Sauerstoff geht zum elektropositiven Zink; und es bedeckt sich die Kohle mit Wasserstoff-, das Zink mit Sauerstoffblasen. Von der Wasserstoffschicht aus entsteht ein zum Sauerstoff gerichteter, also dem vom Zink zum Kupfer gehenden Hauptstrom entgegengesetzt gerichteter secundärer oder Polarisationsstrom, der den Hauptstrom immer mehr schwächt, ja ganz aufheben kann. Mechanisches Abreiben der Gasblasen kann immer wieder die Polarisation wenigstens theilweise aufheben.

In ähnlicher Weise tritt auch Polarisation und in Folge dessen Abschwächung des Hauptstromes in den Schliessungsbogen, an den Elektroden u. s. w. ein (vergl. Stromgeber).

Namentlich alle älteren Combinationen von 2 Metallen mit 1 Flüssigkeit leiden unter diesem Uebelstand des Wogens der Kraft durch Polarisation.

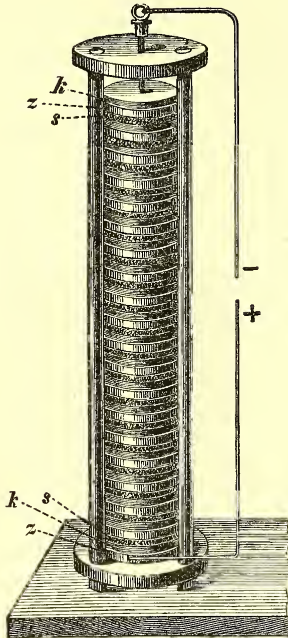
Man hat, wie später gezeigt wird, in verschiedenster Weise durch die neueren constanten Ketten und die unpolarisirbaren Elektroden diesem in der Praxis störenden Uebelstande wesentlich abgeholfen.

III. Uebersicht der wichtigsten galvanischen Elemente und Säulen.

Hier zählen wir von den die Elektricität in ununterbrochenem Strome liefernden Apparaten nur die wichtigsten „hydroelektrischen“ Säulen auf, die thermoelektrischen werden in einem eigenen Abschnitt abgehandelt.

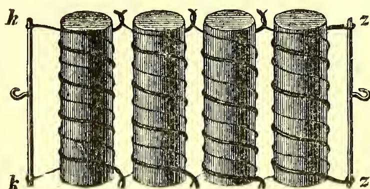
1) Die Volta'sche Säule (Fig. 22), die erste und älteste, das Vorbild aller späteren Säulen, ist aus meist mit einander verlötheten Zink- *z* und Kupferplatten *k* zusammengesetzt. Immer zwischen jedem einzelnen Plattenpaare befindet sich eine mit schwach angesäuertem Wasser befeuchtete Zwischenschicht *s* von Wolle, Filz oder Pappe. Das Ganze ist in senkrechter oder horizontaler Schichtung. Vierzig Plattenpaare geben bereits gut fühlbare physiologische Entladungs-Wirkungen.

Fig. 22.



2) Die Behrens'sche (und die ihr nachgebildete Zamboni'sche) Säule ist der vorigen sehr ähnlich, aber aus unächtem Gold- und Silberpapier zusammengesetzt. Man klebt je ein Scheibchen Gold- und Silberpapier von 1 Ctm. Durchmesser mit der Papierseite zusammen und schichtet diese zusammengeklebten Scheibchen in einer entsprechend weiten Glasröhre so auf, dass immer dieselbe Metallfläche nach derselben Seite gerichtet ist, und presst sie möglichst fest zusammen. Man hat solche Säulen aus 20000 Paaren construirt, die zwar sehr bedeutende Spannungs-, aber wegen der schlechten Leitungsfähigkeit des Papiers sehr geringe Stromwirkungen haben.

Fig. 23.



3) Die Pulvermacher-sche Kette (Fig. 23). Die Pulvermacher'sche Kette besteht aus einer Reihe von einzelnen Holzcylindern, um die je ein vergoldeter Kupfer- *k* und ein Zinkdraht *z* neben einander, doch

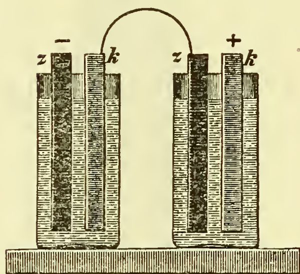
ohne sich zu berühren, gewickelt sind. Immer je ein Kupferdraht auf der einen und ein Zinkdraht auf der anderen Seite der Holzcylinderchen werden durch vergoldete Haken mit einander vereinigt. Wenn man vor dem Gebrauch eine solche Kette kurze Zeit in Essig taucht, saugen die Holzcylinder so viel Feuchtigkeit auf, dass eine Leitung zwischen den aufgewundenen Kupfer- und Zinkdrähten stattfindet.

4) Die sogenannte Goldberger'sche Kette giebt gar keinen Strom.

Alle die genannten Ketten bieten ausserordentlich viele Missstände und sind für den therapeutischen Gebrauch unpraktisch und nicht zureichend. Schon bessere Wirkungen haben die beiden folgenden Elemente:

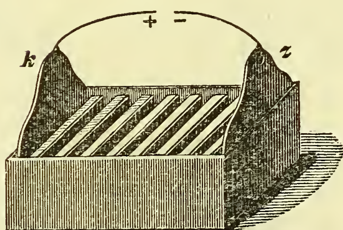
5) Der Volta'sche Tassen- oder Becherapparat (Fig. 24). In eine Reihe von Tassen oder Gläsern, die mit saurem Wasser oder Kochsalzlösung gefüllt sind, tauchen ∩-förmige, halb aus Kupfer, halb aus Zink bestehende Metallplatten. In die letzten Gläser werden zu den letzten Platten noch einfache Platten aus dem ungleichen Metall als die äussersten Pole getaucht. In der nebenstehenden, nur 2 Gläser zeigenden Abbildung ist das Kupferelement des ersten mit dem Zinkelement des zweiten Gefässes nur durch einen Kupferdraht verbunden.

Fig. 24.



6) In dem Cruickshank'schen Trogapparat (Fig. 25) bilden zusammengelöthete Kupfer-Zink-Platten die Scheidewände eines Troges, dessen Zellenflüssigkeit (verdünnte Salz- und Salpetersäure) die feuchten Zwischenschichten der Volta'schen Säule ersetzt.

Fig. 25.

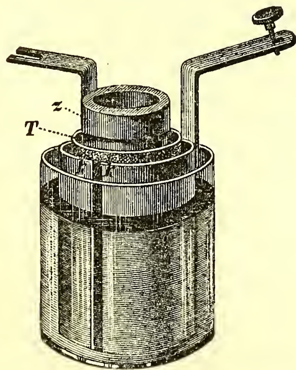


Aehnlich diesen letzteren Apparaten sind der Oersted'sche Kasten-, der Wilkinson'sche, sowie der Wollaston'sche Trogapparat, die Faraday'sche Säule u. s. w.

Die constanten galvanischen Elemente. Die eben geschilderten galvanischen Ketten liefern entweder sehr geringe Elektricitätsmengen, oder, wenn sie, wie die unter 5 und 6 angeführten, von grosser elektromotorischer Wirksamkeit sind, verlieren sie in Folge starker chemischer Zersetzungen in der Flüssigkeit und an den Metallen, sowie in Folge von Polarisation (vergl. S. 198) ausserordentlich rasch ihre Wirksamkeit, so dass bei häufiger Anwendung in Folge der immer wieder nothwendig werdenden Erneuerung diese Elemente sehr kostspielig werden und darum für praktische Anwendung unbrauchbar sind. Man hat daher Apparate construirt, bei denen durch mannigfache Einrichtungen und Zusammenstellungen der Verbrauch der Metalle ein weitaus geringerer und die Polarisationsvorgänge möglichst eingeschränkt werden, und nennt dieselben „constante galvanische Elemente“; dieselben sind zwar auch nicht von unbegrenzter, doch immerhin von sehr langer Wirkungsdauer und Gebrauchsfähigkeit. Einige derselben bestehen wie die vorausgehenden auch nur aus 1 Flüssigkeit mit 2 Metallen; bei den meisten jedoch werden 2 Flüssigkeiten angewendet in der Weise, dass bei den chemischen Vorgängen an der Oberfläche beider Metalle keine neuen unwirksamen Verbindungen auf die Oberfläche derselben sich niederschlagen. Um die Vermischung der beiden Flüssigkeiten zu erschweren, ohne die galvanische Verbindung zu unterbrechen, dienen meist poröse Scheidewände. Folgende sind die wichtigsten constanten Elemente:

7) Die Daniell'sche Kette (Fig. 26) ist die erste mit Bewusstsein construirte constante Säule und besteht in der gegenwärtig beliebten Modification aus einem zusammengebogenen dünnen Kupferblechcylinder *k*, welchen man in ein mit concentrirter Kupfervitriollösung halb gefülltes Glas setzt. In das Innere des oben und unten offenen Kupfercylinders kommt ein mit verdünnter Schwefelsäure halb gefüllter, unten geschlossener, oben offener Thoncylinder *T*, in welchen ein amalgamirter Zinkcylinder *z* taucht. Die Kupfervitriollösung wird durch in Beuteln eingehängte Kupfervitriolstücke stets concentrirt erhalten. Die verdünnte Schwefelsäure hat am zweckmässigsten einen Gehalt von 5—10 pCt. Schwefelsäurehydrat. Der sich beim Schliessen des Schliessungsbogens entwickelnde Strom bewirkt an der elektropositiven Oberfläche des eingetauchten Zinkstücks eine Entwickelung von Sauerstoff, welcher dasselbe oxydirt und Veranlassung zur Bil-

Fig. 26.

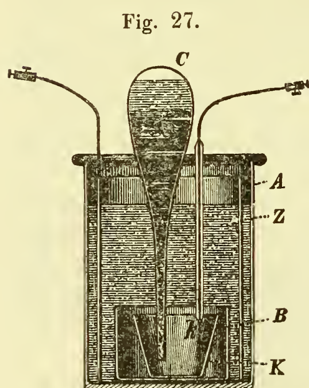


dung von (wegen seiner Schwere zu Boden fallendem) schwefelsaurem Zinkoxyd giebt. Gleichzeitig entwickelt sich an der negativen eingetauchten Kupferoberfläche Wasserstoff, welcher sogleich einen Theil des Kupferoxyds der Flüssigkeit desoxydirt und das hierdurch entstehende metallische Kupfer galvanoplastisch auf dem Kupferelement niederfallen lässt, so dass letzteres immer frisch erhalten wird.

Zweckmässige Abänderungen der Daniell'schen Elemente wurden vorgenommen von Meidinger und von Siemens.

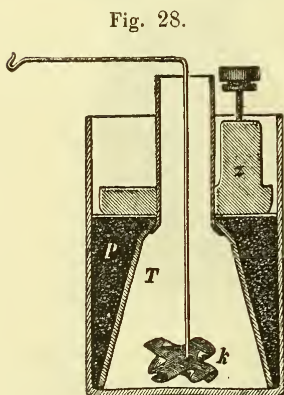
8) Bei den Meidinger'schen Elementen (Fig. 27) ist, weil die Daniell'sche Thonzelle durch darin sich niederschlagendes Metall verstopft und schliesslich unbrauchbar wird, ein poröses Diaphragma ganz hinweggelassen und die eine Flüssigkeit von der anderen, allerdings sehr mangelhaft, durch das ungleiche specifische Gewicht getrennt. In dem grossen Glase *A* steht in einer Bittersalzlösung ein mit einem nach aussen führenden Drahte versehener hohler Zinkcylinder *Z*; innerhalb dieses letzteren steht auf dem Boden des Glases *A* ein kleines Glas *B* angekittet, und innerhalb dieses letzteren befindet sich ein gewundenes kleines Kupferblech *K* mit einem nach aussen geleiteten Kupferdraht *k*, der auf seinem Weg durch die Flüssigkeiten nach aussen durch eine eng anschliessende Glasröhre isolirt hindurchläuft. Das kleine Glas *B* wird durch ein drittes umgestülptes Glas *C*, in welchem sich Kupfervitriolkrystalle mit Wasser befinden, von einer feinen Oeffnung aus stets mit gesättigter schwerer Kupfervitriollösung erfüllt, die nur sehr langsam in die obere Bittersalzlösung diffundirt.

Fig. 27.



Man kann dasselbe Meidinger'sche Element Jahre lang benutzen, ohne es erneuern zu müssen und ohne dass es während dieser langen Zeit viel an elektromotorischer Wirksamkeit verliert; daher dessen beliebte Verwendung zu elektrischen Klingeln, Uhren u. s. w.

Fig. 28.



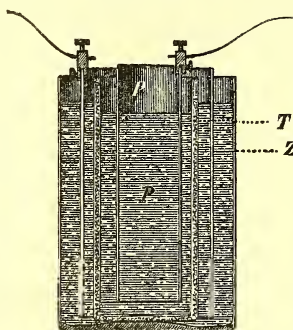
9) In dem Siemens'schen Element ist die Daniell'sche Thonzelle durch eine eigens präparirte Papiermasse ersetzt.

Die Siemens-Remak'sche neueste Modification (Fig. 28) hat folgende Construction. In einer porösen Thonzelle *T* steht in einer concentrirten Kupfervitriollösung eine Kupferrosette *k*; um den Thoncylinder zwischen diesem und dem äusseren Glas ist eine Schicht mit Säure getränkten Papierbreies *P* fest eingestampft, auf deren Oberfläche hinwiederum ein massiver Zinkklotz *z* aufliegt.

Das Siemens'sche Element ist selbst bei starker Inanspruchnahme constanter, wie jedes andere und dauert im Durchschnitt ein Jahr lang; man verwendet es daher mit besonderer Vorliebe für die grossen galvanischen Apparate der Elektrotherapeuten.

10) Das Grove'sche Element (Fig. 29) besteht aus Platin *P* (statt des Daniell'schen Kupfers), welches in einer mit starker Salpetersäure gefüllten inneren Thonzelle *T* steckt, und aus Zink *Z* mit verdünnter Schwefelsäure im äusseren Glase. Die Constanz wird hier dadurch erzielt, dass der am Platin sich entwickelnde Wasserstoff die Salpetersäure zu Stickoxyd und Untersalpetersäure reducirt, welche letzteren Körper entweder in die Luft entweichen oder sich in der Salpetersäure auflösen.

Fig. 29.



Die Grove'sche Säule hat vor der Daniell'schen den Vorzug, dass ihre elektromotorische Kraft 1,8 Mal so gross, ihr Widerstand 2 Mal so klein ist, und dass sie erstere viel länger bewahrt.

Callan hat in seinem Element, dessen elektromotorische Kraft gleich ist der des Grove'schen, das theure Platin durch platinirte Bleiplatten ersetzt und dieselben in ein Gemenge von 2 Gewichtstheilen concentrirter Salpetersäure und 4 Gewichtstheilen Schwefelsäurehydrats eingetaucht.

11) Das Bunsen'sche constante Element enthält dieselben Flüssigkeiten und dieselbe Anordnung und entwickelt dieselbe elektromotorische Kraft, wie das Grove'sche, benutzt aber statt des Platins die viel billigere Kohle. Statt der Salpetersäure kann man auch ein Gemisch von 3 Theilen doppeltchromsauren Kalis und 4 Theilen Schwefelsäurehydrat mit 18 Theilen Wassers anwenden. Modificationen dieses Elements sind auch von Siemens und Halske, Deleuil, Marié Davy, Grenet angegeben.

Letzterer (Grenet) lagert die Kohle auf den Boden eines Glases, umgiebt sie mit schwefelsaurem Quecksilberoxydul ($Hg_2\,SO_4$) und hängt darüber eine Zinkplatte hinein; da Schwefelsäure aus dem Quecksilbersalz frei wird, hat man im Anfang nur nöthig, das

Glas mit Wasser zu füllen; eine Thonzelle ist hierbei unnöthig. Die Kraft dieses Elements ist = $1^{1}/_{4}$ Daniell.

12) Das Bunsen'sche Chromsäureelement (Fig. 30). Das oben geschilderte Bunsen'sche constante Element entwickelt, wie das Grove'sche, athembeengende und metallzerfressende Dämpfe von Untersalpetersäure. Bunsen stellte diesen Uebelstand ab durch Construction seines sehr beliebt gewordenen und wenn auch nur eine Flüssigkeit enthaltenden, doch sehr constanten sogenannten Chromsäureelements. In diesem taucht Zink und Kohle ohne trennende Zwischenwand in folgende Mischung: 92 Grm. pulverisirtes doppeltchromsaures Kali und 93 Cctm. concentrirte Schwefelsäure werden mit einander zu einem gleichförmigen Brei zusammen gerieben und dann in allmälig zugesetzten 900 Cctm. Wasser gelöst. Die kürzere Zinkplatte kann bei Nichtbenutzung aus der Säure herausgehoben werden (Tauchelement).

Fig. 30.

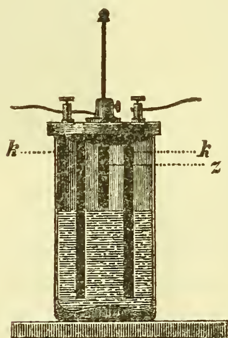
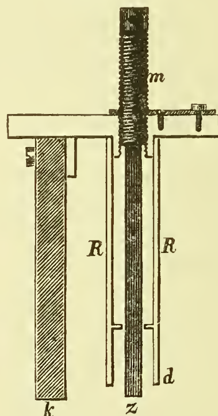


Fig. 31.



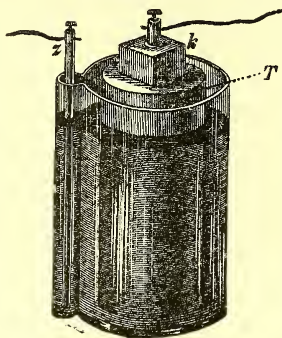
13) Bei den Hirschmann'schen Zinkkohleelementen, einer Modification der vorigen (Fig. 31), taucht das Zink *z*, da es mit einer oben luftdicht verschlossenen Röhre aus Hartgummi *R* umgeben ist, nur bis *d* in die Flüssigkeit. Der Ersatz des im Laufe der Zeit abgenutzten unteren Zinkendes ist durch Tieferschrauben des Zinks sehr leicht zu bewirken. Diese Einrichtung bietet die Möglichkeit der längeren Verwerthung der stromerregenden Flüssigkeit durch beschränkte Zersetzung des Zinkendes, so dass diese transportablen Elemente bedeutend constanter, als die meisten anderen transportablen sind.

Denselben Effect hat übrigens bereits früher Spamer durch eine das Zink fest umgebende Wachsschicht erreicht.

14) Das Schönbein'sche Element enthält nach dem Vorgange von Hawkins gusseiserne Cylinder statt des Platins des Grove'schen, und ist im Uebrigen ähnlich wie letzteres angeordnet.

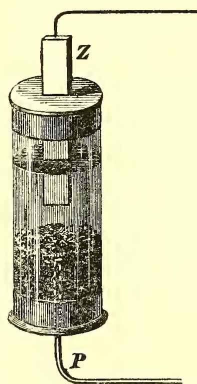
15) Im Leclanché'schen Element (Fig. 32) wird, wie im Bunsen'schen, Zink Z und Kohle K, aber nur 1 Flüssigkeit, nämlich concentrirte Salmiaklösung angewendet. Die Kohle ist mit Braunsteinstückchen umgeben und steckt mit denselben in der Thonzelle T, welche in diesem Falle nur die Aufgabe hat, das Braunsteinpulver zusammenzuhalten, und nicht die, Flüssigkeiten von einander zu trennen; denn eine und dieselbe Flüssigkeit durchtränkt alle Räume desselben Elements. Zink steckt in Stabform in einer Ausbuchtung des äusseren Gefässes, wie in der Abbildung, oder umgiebt mantelförmig die Thonzelle. Am Zink bildet sich bei der Benutzung Chlorzink und Ammoniak; der bei der Kohle sich bildende Wasserstoff wird vom Braunstein absorbirt. Die elektromotorische Kraft dieses Elements ist grösser, wie die des Daniell-schen und, wenn stets für eine concentrirte Salmiaklösung gesorgt wird, auch von langer Dauer und eignet sich sehr gut für Inductionsapparate.

Fig. 32.



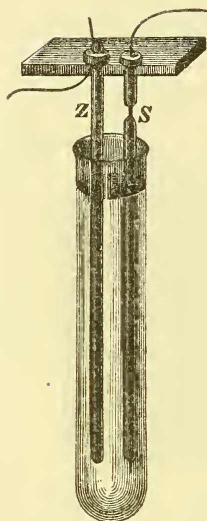
16) Das Beetz'sche Element (Fig. 33) ist ein klein und transportabel gemachtes modificirtes Leclanché-sches. In ein senkrecht stehendes gläsernes Cylinderchen von dem Umfang der gewöhnlichen Reagenzgläschen wird auf der unteren Seite durch einen gut schliessenden Stöpsel hindurch ein Platindraht P so eingeführt, dass er gleich weit nach Innen und Aussen geht. Innen wird er mit einer Schicht grob gestossener Kohle und Braunsteins bis zu $^1/_3$ der Cylinderhöhe bedeckt; oben darauf wird bis zu $^2/_3$ Höhe concentrirte Salmiaklösung gegossen, in welche von dem oberen Ende des Cylinders ein durch einen zweiten Kork gehender Zinkstab Z taucht. Die elektromotorische Kraft ist grösser, wie beim vorigen Element; auch der Widerstand ist sehr gross; es eignet sich daher vorzüglich für die Einschaltung sehr grosser Widerstände, also z. B. des intacten menschlichen Körpers.

Fig. 33.



17) Das Pincus'sche Element (Fig. 34) besteht aus einem mit verdünnter Schwefelsäure oder Kochsalzlösung gefüllten Reagenzgläschen, in welches ein Zinkstab Z und ein mit angeschmolzenem Chlorsilber bewaffneter Silberdraht S tauchen. Der vom Zink durch die Flüssigkeit zum Silber gehende Strom entwickelt an letzterem Wasserstoff, welcher das Chlorsilber zu Silber reducirt und sich mit dem Chlor zu Chlorwasserstoff verbindet und dadurch eine Polarisation unmöglich macht.

Fig. 34.



Die elektromotorische Kraft und der Widerstand sind etwa wie bei einem Meidinger'schen Element. Der Vortheil vor anderen Elementen besteht in der Kleinheit, ein Nachtheil in den hohen Kosten des Elements.

Auswahl der Elemente für therapeutische Zwecke. Zech giebt folgende übersichtliche Zusammenstellung.

Was 1 Grove oder Bunsen leistet, dazu braucht man 6 Daniell, 7 Leclanché, 22 Siemens, 26 Meidinger und 97 Beetz.

Was die Anschaffungskosten anlangt, so rechnet man 9 Mark für 1 Grove, 6 Mark für 1 Bunsen, 4 1/2 Mark für 1 Beetz, 3 Mark für die übrigen; man hat dann bei den einzelnen Ketten, wenn man behufs gleicher Wirkung die oben gegebene Zahl von Elementen anschafft, folgende Anschaffungskosten:

Grove	Bunsen	Daniell	Leclanché	Siemens	Meidinger	Beetz
9	6	18	21	66	78	435

Nimmt man jedoch Rücksicht auf die Unterhaltungskosten und nimmt an, dass Bunsen und Grove vielleicht 4 Stunden, Daniell 4 Wochen, die übrigen 1 Jahr brauchbar sind, so stellen sich die Zahlen wesentlich anders. Nimmt man z. B. an, dass jede Batterie jeden Tag gebraucht werde, so werden für gleich starke Batterien mit der obigen Elementenzahl die jährlichen Betriebskosten in Mark betragen:

1	1	6	7	22	26	97
Grove	Bunsen	Daniell	Leclanché	Siemens	Meidinger	Beetz
120	150	54	15	33	39	144

Und rechnen wir diese Betriebskosten zu den Anschaffungskosten, so ist der jährliche Aufwand in Mark:

1	1	6	7	22	26	97
Grove	Bunsen	Daniell	Leclanché	Siemens	Meidinger	Beetz
123	165	72	36	99	117	579

Diese Zahlen sollen nicht etwa einen Massstab abgeben für die Güte der einzelnen Elemente, da sie gar zu unsicher sind: sie sollen nur zeigen, dass die Wahl der Elemente von der Art der Benutzung gar wesentlich abhängt. Wer z. B. nur alle Monate einmal den Strom braucht, der wird sich bei Anschaffung von Grove oder Bunsen billiger stellen, da sich dann deren Betrieb auf den zwölften Theil oder auf 12 Mark reducirt. Der Arzt dagegen, welcher seine Batterien täglich braucht, wird schon der Annehmlichkeit wegen, nur einmal des Jahres für Erneuerung sorgen zu müssen, die 4 letzten Arten vorziehen.

Auch die Art und Weise der Verwendung macht eine verschiedene Auswahl nöthig. Bei grossen äusseren Widerständen, z. B. bei der Galvanisation durch die unverletzte Haut hindurch wird man Bunsen und Grove nicht anwenden, weil man von diesen Elementen eine zu grosse Zahl nöthig hat, um den äusseren Widerstand zu überwinden, und dadurch die Anschaffungskosten ausserordentlich hoch kommen. Bei kleinen äusseren Widerständen, wie beim Glühendmachen eines dünnen Platindrahtes in der Galvanokaustik dagegen sind gerade Grove oder Bunsen am besten zu brauchen; wollte man zu diesem Zwecke etwa Meidinger anwenden, so hätte man bei bester Combination 5 elffache Elemente, also 55 Elemente im Ganzen anzuwenden, so dass der Anschaffungspreis viel zu hoch käme.

Es wäre daher unpraktisch, wenn man Alles mit derselben Batterie thun wollte. Wenn eine Batterie allen möglichen Zwecken dienen soll, so wird sie den meisten nur schlecht dienen. Bei sehr grossem äusseren Widerstand hat man Elemente anzuwenden, welche selbst einen grossen inneren Widerstand haben; bei sehr kleinem äusseren Widerstand dagegen Elemente mit kleinem inneren Widerstand. Die ersteren haben den Vorzug langer Dauer, weil der chemische Widerstand auch die chemische Einwirkung mindert; sie sind, je mehr das der Fall ist, desto vollkommener. Die letzteren, die Elemente mit kleinem inneren Widerstand, sind nothwendige Uebel; die chemische Wirkung ist sehr heftig; das Element ist bald verbraucht; aber der Vortheil besteht eben in diesem kleinen Widerstand.

Von den oben angegebenen Elementen haben einen nur kleinen Widerstand die Elemente von Bunsen, Grove, Callan und Schönbein; einen grossen Widerstand dagegen die von Daniell, Meidinger, Siemens, Leclanché, Beetz und Pincus. Folgendes sind die Verhältnisszahlen für die Widerstände in den Elementen selbst:

Grove	Bunsen	Beetz	Leclanché	Daniell	Siemens	Meidinger
0,7	0,8	45	3,0	1,5	5,0	5,0

Schätzt man die Arbeitsfähigkeit dieser verschiedenen Elemente nach der Anzahl von Kubikcentimeter Wasser, die sie in 1 Minute zersetzen, wenn der Gesammtwiderstand der Stromleitung

1 Siemens'sche Einheit (S. 188) beträgt, bekommt man nach Zech folgende Reihenfolge und Zahlen:

Grove	Bunsen	Beetz	Leclanché	Daniell	Siemens	Meidinger
21	21	17	16	12	12	11

Vorschriften für die praktische Anwendung der Elemente. Das in allen Säulen mit Ausnahme der Thermosäulen als das eine Metall verwendete Zink ist fast immer mit anderen Metallen gemischt und daher an seiner Oberfläche nie gleichartig; bei Berührung mit Säuren bilden sich in Folge dessen zwischen diesen verschiedenen Metalltheilchen der Zinkoberfläche gleichsam neue galvanische Ketten, durch deren Thätigkeit das Zink rasch zerfressen und aufgelöst wird. Um diesem Uebelstande entgegen zu wirken, überzieht man die Zinkoberfläche mit einer Schicht Zinkamalgam, d. h. man amalgamirt. Dadurch wird die Zinkoberfläche gleichartig, wird viel weniger angegriffen und erlangt trotzdem eine sogar noch grössere positive Spannung. Am leichtesten amalgamirt man in der Weise, dass man das vorher erwärmte Zink in ein Glas mit verdünnter Schwefelsäure hält, auf dessen Boden eine Quecksilberschicht liegt, und mittelst einer Bürste das Quecksilber auf das Zink aufträgt, dabei wohl aber die Verbindung des Zinks mit der aufgelötheten Messingklemme nicht berührt. Die Dauerhaftigkeit des einmal gemachten Amalgams wird wesentlich erhöht, wenn man in jedes Element eine Messerspitze schwefelsauren Quecksilberoxyds schüttet.

In den Daniell'schen Elementen werden die Poren der Thonzellen, namentlich da, wo das Zink unmittelbar anliegt, durch eingelagertes reducirtes Kupfer verstopft; lange Zeit kann dieser Uebelstand vermieden werden, wenn das Zink gut amalgamirt und der Boden der Thonzelle mit geschmolzenem Wachs überzogen wird.

Nach dem Gebrauch muss man sowohl bei den Bunsen und Grove, wie bei den Daniell das Zink abwaschen und trocknen, die Thonzellen in öfter zu erneuerndes Wasser legen.

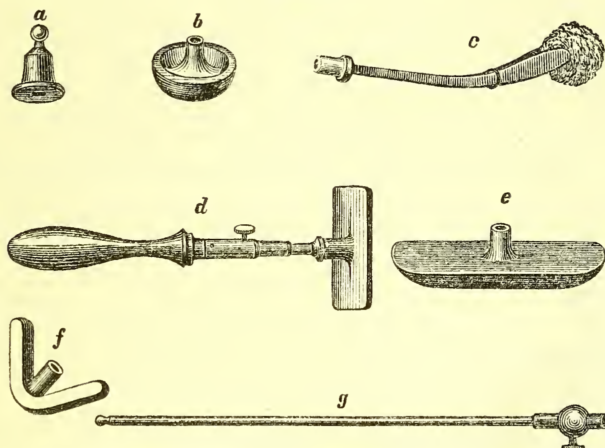
Alle Verbindungen der Kette mit den einzelnen Nebenapparaten müssen möglichst vollkommen entweder zusammen gelöthet oder durch feste Klemmschrauben in reiner, nicht durch Oxydationsschichten unterbrochener Verbindung stehen. Selbst die kleinsten Oxydationsschichten zwischen den Verbindungen setzen ungeheuere Widerstände. Quecksilbercontacte, die in der Physiologie angewendet werden, sind in der Praxis unzweckmässig.

IV. Hülfsapparate beim Gebrauch der galvanischen Säulen.

1) Stromgeber (Elektroden, Rheophoren, Excitatoren, Conductoren, Pole) und Leitungsschnüre. Um den elektrischen Strom aus der galvanischen Batterie in den thierischen, bezw. menschlichen Organismus überzuleiten, bedient man sich der Strom-

geber, die mittelst der Leitungsschnüre, d. i. mit Seide oder Gummischläuchen überzogener Drähte oder Bündel von Metallfäden mit den beiden Polen des Apparats verbunden sind. Die Stromgeber haben je nach dem Orte der Application und der beabsichtigten Wirkung sehr verschiedene Formen. Für die Application auf die Haut dienen meist mit einem isolirenden Holzgriffe versehene Metallstäbe mit knopf- (Fig. 35, *a*, *b*, *c*) oder platten- (Fig. 35, *d*, *e*, *f*), manchmal auch pinselförmigen Enden, welche theils aufgelöthet, theils aufgeschraubt und (die ersteren) mit Tuch

Fig. 35.



oder feinem Schwamm überzogen sind. Um labile Ströme leichter appliciren zu können, empfiehlt C. Arnold die Ersetzung des Knopfes oder der Platte der einen Elektrode durch eine in einer Gabel in gekörnter Schraube laufende, massiv metallene Walze. Zur Einführung in Körperhöhlen, z. B. Mund, Schlund, Speiseröhre, Kehlkopf, Gehörgang, Blase, Mastdarm, dienen eigene, meist katheterförmige, bis auf die Spitze mit einem isolirenden Ueberzug versehene Stromgeber (Fig. 35, *g*). Zum Einstechen in die Haut bedient man sich verzinkter feiner Eisen- oder silberner, auch goldener Nadeln.

Auf der Haut festhaftende Elektroden[1]) (Fig. 36 u. 37) hat Penzold nach dem Princip des Schröpfkopfes construirt. Ein solcher, in ungefähr halbkugeliger Gestalt aus Horn gedreht, besitzt an beliebiger Stelle ein luftdicht eingelassenes Röhrchen *a*, welches durch einen Hahn verschlossen werden kann. An dem äusseren

[1]) Zu beziehen von Reiniger in Erlangen zu einem Durchschnittspreise von 3 Mark.

Ende dieses Röhrchens ist ein wenige Centimeter langer, enger Gummischlauch befestigt. Drückt man den Rand des Apparats in seiner ganzen Peripherie luftdicht auf die Haut auf, saugt alsdann bei geöffnetem Hahne mit dem Munde oder einer Spritze die Luft aus und schliesst hierauf den Hahn, so sitzt der kleine Apparat fest. An dem Schröpfkopf bringt man nun die eigentliche Elektrode an. Das kann in zweierlei Weise geschehen. Entweder ist in die Wand (Fig. 35 *b*) ein Messingstab luftdicht eingelassen, welcher an seinem äusseren Ende eine Schraube zur Aufnahme des Leitungsdrahtes *c*, an seinem inneren ein Gewinde *d* zum Anschrauben eines Knopfes oder einer Platte, wie bei den gewöhnlichen Elektroden trägt; oder es ist, wie in Fig. 36, die eigentliche Elektrode *e* ringförmig construirt, trägt die Schraube für die Leitungsschnur an einem senkrecht auf dem Ring stehenden Messingstabe *f*, wird aussen auf den Schröpfkopf aufgepasst und, wenn derselbe festsitzt, gegen die Haut angedrückt. In beiden Fällen können und sollen die Metallflächen, mit denen die Elektroden die Haut berühren, in der gewöhnlichen Weise mit Zeug umnäht und vor dem Gebrauch befeuchtet werden. Die gleichzeitige Befeuchtung des Schröpfkopfes und der betreffenden Hautstelle erhöht die Haftbarkeit des Apparates.

Fig. 35.

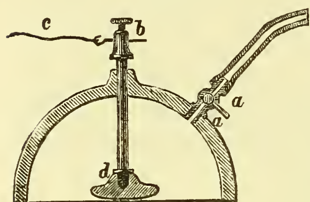
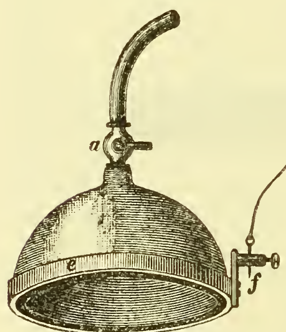


Fig. 36.



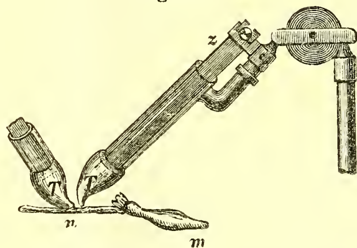
Unpolarisirbare Elektroden. Wie in den Elementen selbst, so treten auch in den feuchten Stromgebern durch die Wirkung der durchgehenden Ströme chemische Zersetzungen der benetzenden Flüssigkeit und der Metallenden, Oxydation derselben und dadurch Polarisation und ungemeine Schwächung des Stromes ein.

Ferner wird an denjenigen Stellen, wo der Strom von dem Metall in den feuchten Leiter eintritt, und dort, wo er austritt, die leitende Flüssigkeit in ihre Bestandtheile (Ionen) zerlegt;[1]) aus den in der Benetzungsflüssigkeit der Schwamm- oder Flanellelektrodenköpfe und auf der Haut enthaltenen Salzen verbinden sich die am negativen Pol ausgeschiedenen ätzenden Alkalien in statu nascenti mit den Elementen der Epidermis und mit

[1]) Vergleiche den Abschnitt über Elektrolyse in diesem (S. 195 ff.) und den späteren Abschnitt über Elektrolyse in den Körpergeweben, sowie über die Hautwirkung der Elektricität im physiologischen Hauptstück.

der Leinwandfaser. Bei längerer Applicationsdauer intensiver Batterieströme empfindet man daher einen von Secunde zu Secunde wachsenden, stechenden Schmerz, welcher besonders an der negativen Elektrode auftritt und bald unerträglich wird; zugleich hört man häufig ein leises Knistern, welches durch Gasblasen aus der zerlegten Benetzungsflüssigkeit erzeugt wird. Nach Entfernung der Elektrode sieht man auf dem Leinwandüberzug der negativen Elektrode linsengrosse graue Stellen, denen auf der Hautoberfläche eben solche Bläschen und bei längerer Dauer des Kettenschlusses mehr oder weniger tiefe Substanzverluste entsprechen. Sowohl diese Bläschen, als auch die grauen Stellen auf der Leinwand reagiren intensiv alkalisch, ihre Umgebung meist neutral. Die kleinen Hautwunden haben vollständig den Charakter der durch ätzende Alkalien erzeugten; sie greifen in die Tiefe; heilen erst in Wochen oder Monaten; sind bis zu ihrer gänzlichen Heilung äusserst schmerzhaft und hinterlassen weisse, etwas bräunlich pigmentirte Narben. Der grosse Schmerz, den man bei dieser Methode dem Kranken bereitet, ist einer ungestörten Behandlung und einer ruhigen Beobachtung gleich ungünstig. Die nach den ersten Sitzungen vorhandenen Wunden verbieten, auf den Ort der ersten Application zurückzukommen, obgleich man häufig aus therapeutischen Gründen auf ihn angewiesen ist. Hitzig hat daher eine Modification der Du Bois'schen, in der Physiologie angewendeten unpolarisirbaren Elektroden ersonnen, durch welche die geschilderten Uebelstände vermieden werden können.

Fig. 38.

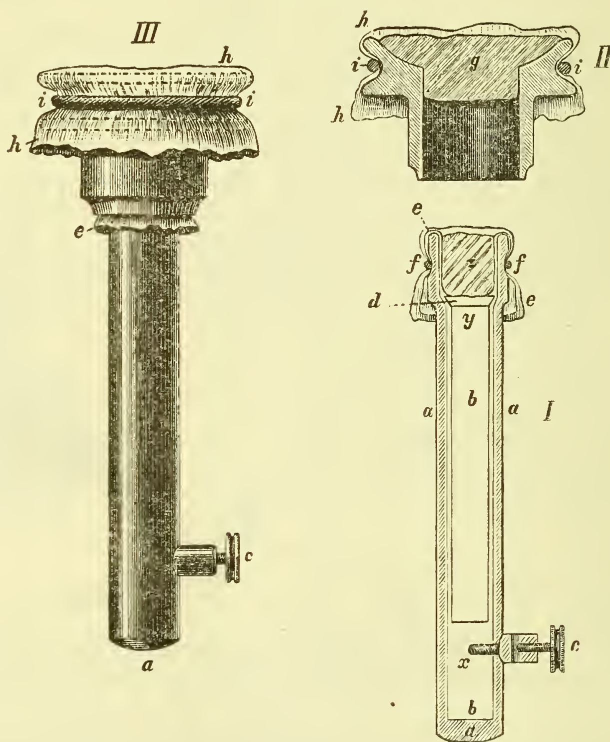


Du Bois'sche unpolarisirbare Elektrode (Fig. 38). *Z* ist ein Zinkstab, der in einem mit schwefelsaurer Zinklösung gefüllten und unten mit plastischem Thon *T* verschlossenen Glasröhrchen steht; *n* Nerv; *m* Muskel.

Die Hitzig'schen unpolarisirbaren Elektroden (Fig. 39, *I, II, III*) bestehen aus dem Zuleitungsrohr *I* und dem Ansatzstück *II*. Das Zuleitungsrohr *I* enthält in einem Cylinder aus Kammmasse *a* fest eingekittet einen bei *x* soliden, zu drei Viertheilen bis zu *y* hohlen Cylinder von Zink *b*, welcher an den freien Flächen amalgamirt ist. In den soliden Theil des Cylinders ist eine messingene Schraubenklemme *c* so eingelassen, dass sie die innere frei Oberfläche des Zinkcylinders nicht trifft. Auf den freien Rand des Zinkcylinders ist ein kleiner flacher Ring aus Kammmasse *(d)* mit Asphaltlack aufgekittet. Das Ansatzstück *II* ist ganz aus Kammmasse, an seinem einen Ende trichterförmig, an dem anderen cylindrisch ausgedreht.

Bei dem Gebrauche dieser Elektroden füllt man den Zinkcylinder *b* mit einer vollkommen gesättigten Lösung von chemisch reinem schwefelsaurem Zinkoxyd bis eben über den Ring *d*; dann drückt man mit einem Glasstäbchen einen Leinwandlappen so in den oberen freien Theil des äusseren Cylinders von *I* hinein, dass er dessen Wände möglichst berührt und eben in die Flüssigkeit bei *d* taucht. Mit einem Spatel wird der so gebildete Raum *z* mit Thon angefüllt, welcher mit schwefelsaurer Zinkoxydlösung zu

Fig. 39.



einer plastischen Masse angerührt ist. Darüber kommt ein zweites Leinwandläppchen *e*. Der so gebildete Pfropfen wird sammt den beiden Leinwandläppchen durch einen Gummiring *f* in einer Einkerbung des äusseren Cylinders festgehalten. — Das Ansatzstück *II* füllt man in seinem trichterförmigen Theile *g* mit Papiermaché, welches mit einer 2procentigen Kochsalzlösung angefeuchtet wird. Auch das Papiermaché bedeckt man mit einem Leinwandstück *h*, dass durch den Gummiring *i* in einem Kerb gehalten wird. Bei dem Gebrauche steckt man das Zuleitungsrohr in den cylindrischen Theil des Ansatzstückes so hinein, dass es das Papiermaché be-

rührt, wie in *III* zu ersehen. Sämmtliche Abbildungen sind in der halben natürlichen Grösse dargestellt.

Diese Hitzig'schen Elektroden zeigen während eines mehrstündigen Gebrauches keine Polarisation. Sie sind aber aus einigen Gründen dem Verderben mehr ausgesetzt, als die Du Bois'schen, da in der Elektrotherapie viel stärkere Ströme gebraucht werden, als in der Elektrophysiologie.

Die Versuchsperson empfindet bei Anwendung dieser Elektroden, wenn sie gut gehalten sind und wenn man schwache Ströme von langer Dauer anwendet, gar nichts. Wenn man starke Ströme anwendet, so wird ein je nach der Stromstärke verschieden starker Schmerz so lange empfunden, als die Stromcurve ansteigt. Wenn der Strom constant geworden ist, lässt der Schmerz nach und verschwindet bei ruhiger Haltung der Elektroden fast gänzlich. Hitzig hat Ströme von 50 Daniell'schen Elementen minutenlang und Ströme von 40 Daniells bei einem constanten Ausschlage seines Verticalgalvanometers von über 30° eine Viertelstunde lang einwirken lassen, ohne Anätzungen der Haut zu erhalten. Nach Hitzig haben diese Elektroden nur den einen Uebelstand, dass man zu ihrer Zusammenstellung etwa 10 Minuten gebraucht.

Die Rheostat-Elektroden von Reiniger in Erlangen, bei denen im Innern des Handgriffs Widerstandsrollen angebracht sind, so dass dem Arzte ermöglicht ist, ohne die Hand von den Elektroden zu entfernen, Widerstände von 1—2000 S. E. und mehr einzuschalten und die kostspieligen grossen Rheostate (siehe unten) zu entbehren, sind als weiterer grosser Fortschritt in der elektrotherapeutischen Technik zu bezeichnen.

2) Stromwähler (Elementenzähler). Um in einer vielelementigen elektrischen Batterie eine beliebige Zahl von Elementen leicht einschalten, also einen beliebig schwachen oder starken Strom rasch erzeugen zu können, kann man entweder wie in dem Spamer'schen constanten Apparat alle Zinkpole mit Messingzapfen versehen und dann mittelst Leitungsschnüren, an deren Enden federnde Messinghütchen angebracht sind (vergl. den Spamer'schen Apparat), nun nach Belieben und ohne den Strom zu unterbrechen, mehr oder weniger Elemente einschalten; oder, was schon complicirter ist, man construirt einen eigenen Stromwähler entweder mit Feder- oder mit Stöpselcontact. Es sind solche von Frommhold, Siemens, Remak, Stöhrer, Brenner u. s. w. angegeben worden; wir werden einige derselben bei den betreffenden Batterien kennen lernen.

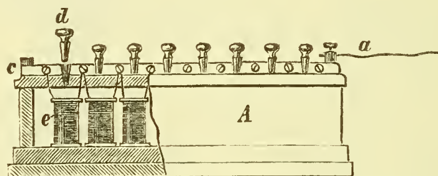
3) Rheostate[1]) und Rheochorde. Mittelst der Strom-

[1]) Vergl. oben S. 193.

wähler kann man höchstens die Stromstärke einer Kette um je 1 Element erhöhen oder schwächen. Wenn man noch feinere Abstufungen, also den Strom in fast unmerklicher Weise immer stärker haben wollte, dann müsste man sich eines Rheostaten bedienen, oder noch besser der Combination von Elementenzähler mit Rheostat.

Ein Rheostat erlaubt nämlich in den Schliessungsbogen der galvanischen Kette verschieden grosse Widerstände einzuschalten und hierdurch den Strom beliebig allmälig zu verstärken oder zu schwächen. Am praktischesten und bequemsten ist der Rheostat von Siemens und Halske, in welchen die in den Schliessungsbogen einzuschaltenden Drähte genau nach Siemens'schen Quecksilber-Einheiten (1 Meter reines Hg auf 1 Quadratmillimeter Querschnitt) angebracht sind: derselbe kann Widerstände zwischen 1—10000 Siemens'scher Einheiten einschalten und ist (Fig. 40 u. 41) nach folgendem Schema eingerichtet. Von der Klemmschraube *a*

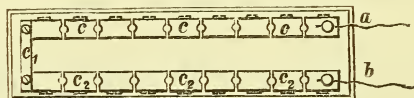
Fig. 40.



Seitenansicht: ein Theil der äusseren Wand ist herausgebrochen und man sieht die im Innern aufgestellten Drahtrollen *e*.

bis zur Klemmschraube *b* kann der Strom 2 Wege wählen, erstens durch die dicke und keinen Widerstand bietende Messingleiste *c*, c_1, c_2, welche sich auf dem Kasten *A* befindet; dies ist dadurch zu erreichen, dass die regelmässigen Unterbrechungen der Leiste durch konische Messingstifte ausgefüllt werden. Wird einer dieser Stifte herausgezogen, wie bei *d*, so kann der Strom nicht mehr in

Fig. 41.

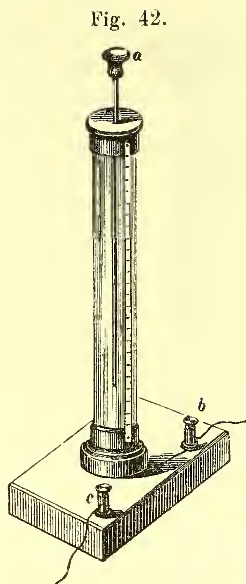


Ansicht von oben.

der Messingleiste *c* weiter kreisen, sondern muss erst einen Umweg, d. i. den zweiten Weg durch eine Rolle feinen übersponnenen Neusilberdrahtes *e* gehen, welcher eine bestimmte Zahl Widerstandseinheiten ergiebt. Durch eine gewisse Anzahl solcher im Kasten aufgestellter Rollen kann man dann, wie erwähnt, eine beliebige Zahl Widerstände einschalten; die für grössere Widerstände be-

stimmten Rollen sind mit längeren und dünneren, die für kleine Widerstände bestimmten mit kurzen und dicken Drähten umwickelt.

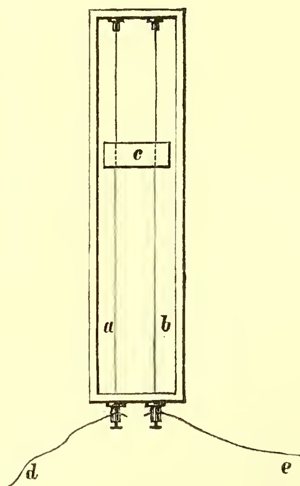
Fig. 42.



Die Flüssigkeitsrheostate (Fig. 42) bestehen aus einer mit Zinkvitriollösung gefüllten Glasröhre, deren Boden durch eine amalgamirte Zinkplatte geschlossen ist; von oben taucht ein an einem Knopf (*a*) befestigter Zinkstab in die Flüssigkeit. Der Strom geht von *b* zur Metallplatte des Bodens, von da durch die Flüssigkeit zum Zinkstab und von hier aus über *c* zum Element zurück. Eine am Cylinder angebrachte Scala erlaubt die Länge der Flüssigkeitsschicht zu messen, die der Strom durchwandern muss; eine 1 Mmtr. lange Flüssigkeit hat bei einem Querschnitt von $^1/_2$ Qu.-Ctm. einen Widerstand von 6 S. E., eine 20 Ctm. lange einen solchen von 1200 S. E.

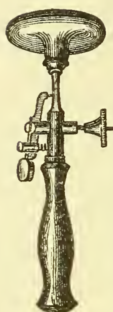
Für kleine Widerstände, welche aber in der ärztlichen Praxis kaum in Frage kommen, benutzt man das sogenannte Rheochord (Fig. 43). Dieses besteht aus zwei auf ein Brett gespannten Platindrähten *a* und *b*, welche den verschiebbaren Messingklotz *c* durchbohren und vorne in zwei Klemmen endigen. Wenn man letztere mittelst Drahtleitung (*d e*) gleichzeitig mit den Polen eines Elements und mit einem Nerv verbindet, so muss sich der Strom zwischen diesen beiden vertheilen. Wenn der Messingklotz ganz vor an die Klemmen geschoben ist, dann ist der Widerstand in diesem Stromzweige gegenüber dem des Nerven ausserordentlich klein, weil das Messing gut leitet, und es geht der ganze Strom durch das Rheochord und nicht durch den Nerven; je weiter der Messingklotz von den Klemmen hinweggeschoben wird, desto stärker wird der in den Nerven gehende Strom, da die Platindrähte immer länger eingeschaltet werden und daher einen immer grösseren Widerstand dem in sie einbrechenden Strom entgegensetzen.

Fig. 43.



4) Stromunterbrecher. Um den Strom leicht und schnell und regelmässig unterbrechen zu können, ohne die Elektroden vom Körper entfernen zu müssen, bedient man sich in der Physiologie Taucheinrichtungen in Quecksilber, die jedoch für den praktischen Gebrauch nicht passend sind. Am zweckmässigsten sind die von M. Meyer an die Elektroden angebrachten Unterbrecher (Fig. 44). Zwischen der unmittelbar über dem hölzernen Handgriff befindlichen Metallhülse, welche den Leitungsdraht aufnimmt, und dem Metallstab mit dem Elektrodenende ist ein aus präparirtem Kautschuk oder aus Elfenbein bestehender, 1 Ctm. langer Isolator eingeschoben, der nur dann in Wirksamkeit tritt, wenn man durch einen Fingerdruck die Feder, welche die metallische Verbindung zwischen dem Handgriff und Metallstab unterhält, von diesem entfernt.

Fig. 44.



Man kann auch 2 streifende Federn benutzen, von denen eine an die Axe, die andere an die Zähne eines Rades mit isolirenden Lücken gehen.

5) Stromwender (Stromwechsler, Wippen, Commutatoren, Gyrotrope), um die Richtung des Stromes umändern zu können bei am selben Platz stehen bleibenden Elektroden (so dass also plötzlich die Seite, die eben noch der positive Pol war, zum negativen wird), hat man verschiedenartig construirt: solche mit Quecksilbernäpfchen und solche mit federnden Wippen; letztere sind in der Praxis am bequemsten. Es genügt ein Beispiel (Fig. 45 u. 46).

Fig. 45.

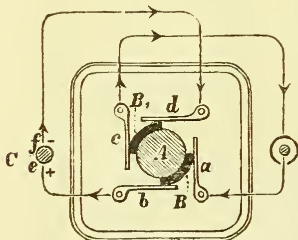
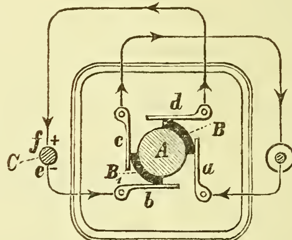


Fig. 46.



Eine nicht leitende, um eine verticale Axe drehbare Scheibe A ist an 2 entgegengesetzten Stellen mit leitenden Metallplatten B B_1 belegt. Gegen letztere sind 4 Federn a, b, c, d angepresst. In der in Fig. 45 gegebenen Stellung geht der einbrechende Strom von a durch B nach b, dann durch den zu elektrisirenden Körper C und von diesem nach d, von da durch B_1 nach c und von c wieder in das Element. Wird nun die Scheibe (Fig. 46) um einen rechten

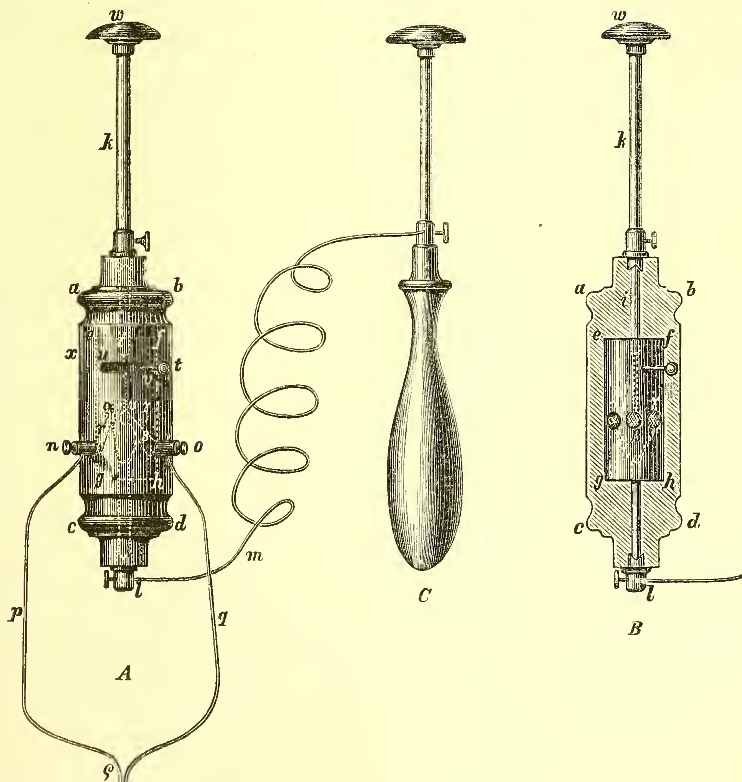
Winkel gedreht, so findet die Verbindung von *a* nach *d*, von da nach *C* und von diesem nach *b* und *c* statt. Im ersten Fall war der positive Pol bei *e*, der negative bei *f*; im zweiten Fall umgekehrt der negative Pol bei *e*, der positive bei *f*.

Meist sind die Stromwender im und am Kasten der galvanischen Batterie angebracht, so dass der Arzt, wenn er sie benutzen will, um eine seiner Hände frei zu machen, eine Elektrode vom Kranken oder einem Gehülfen halten lassen muss.

Dr. C. Arnold von Volkach hat sich einen Stromwender im Handgriff der Elektrode selbst angebracht, so dass er im Stande ist, während er die Elektroden selbst hält, durch eine kleine Drehung eines Knopfes in der Handhabe den Strom umzukehren.

Eine solche Arnold'sche Stromwend-Elektrode[1]) hat folgende Einrichtung (Fig. 47, *A*, *B*, *C*).

Fig. 47.



Die Arnold'sche Stromwend-Elektrode in $^1/_3$natürlicher Grösse. *A* die äussere Form mit durch Punkte angedeuteter innerer Einrichtung. *B* die vorige im Längendurchschnitt. *C* eine gewöhnliche Elektrode.

[1]) Zu beziehen von Instrumentenmacher Reiniger in Erlangen.

Im Innern einer aus Holz oder Hartgummi zu verfertigenden Hülse *a*, *b*, *c*, *d* steckt beweglich ein solider hölzerner Cylinder *e*, *f*, *g*, *h* mit 3 neben einander eingelassenen Metallscheiben *α*, *β*, *γ*, deren mittlere *β* mit einer oberen stromgebenden Knopfstange *k* in directer metallischer Verbindung durch den in den Cylinder fest eingelassenen, die Hülse dagegen beweglich durchlaufenden Stift *i* steht, während die beiden äusseren Metallscheiben *α* und *γ* in ähnlicher Weise mit dem unteren Ende der Elektrode *l* und dem dort eingeschraubten Drahte *m*, welcher zur zweiten gewöhnlichen Elektrode *C* führt, verbunden ist.

In der äusseren Hülse sind 2 Poldrahtklemmen *n* und *o* fest eingelassen, in welche die beiden von dem positiven und negativen Batteriepol kommenden Leitungsdrähte *p* und *q* eingeschraubt sind. Zweckmässiger Weise lässt man beide Leitungsdrähte eine Zeit lang in einer gemeinsamen Hülle, allerdings in von einander isolirtem Zustande, wie bei *ϱ* verlaufen. Die Poldrahtklemmen sind an ihren in das Innere der Hülse schauenden Enden mit 2 Federn *r* und *s* armirt, deren vordere bei *α* und *β* gezeichnete Enden genau so weit von einander abstehen müssen, als die Entfernung zwischen je 2 der in dem beweglichen inneren Holzcylinder eingelassenen Metallknöpfe von einander beträgt. Im inneren hölzernen Cylinder ist ein senkrecht abstehendes Knopfstäbchen *t* fest eingelassen; dieses schaut durch einen horizontalen Schlitz der Hülse *u v* nach aussen. Mittelst dieses Knopfstäbchens ist der innere Cylinder genau um eben soviel um seine Längsaxe drehbar, als die Entfernung zweier Metallscheiben *α* und *β* oder *β* und *γ*, und demnach als die Entfernung der beiden Federenden beträgt.

Stehen wie in Fig. 47 *A* die Enden der beiden mit den Poldrahtklemmen in Verbindung stehenden Federn bei *α* und *β*, und würde Draht *p* den positiven, Draht *q* den negativen Pol der Batterie ableiten, dann ginge der positive Strom von *p* nach *n* zu *α*, von da zu *l* und durch den Draht *m* in die gewöhnliche Elektrode *C*, die demnach den positiven Pol repräsentirt; der negative Pol dagegen in den Knopf *w*, der durch *k*, *i* und *β* mit der Drahtklemme *o* und dem Draht *q* in Verbindung stände.

Dreht man dagegen mittelst des durch den Schlitz nach aussen verlaufenden Knopfstäbchens den inneren Cylinder, indem man den Knopf von *t* nach *x* zu bewegt, so kommt Metallscheibe *β* des inneren Cylinders zur Feder der Drahtklemme *n*, der positive Strom geht demnach nun von *p* nach *n*, *β*, *i*, *k*, *w*, die Elektrode *A* ist die positive, während die Elektrode *C* die negative wird.

6) Um die Stärke des Stromes zu messen, dienen a. die Tangentenboussolen, bei denen die Ablenkung einer horizontal schwingenden Magnetnagel ein Maass für die Stärke des Stromes abgiebt; b. die Multiplicatoren und Spiegelgalvanometer, in denen die Einwirkung des Stromes auf die Magnetnadel durch

Vermehrung der um die letztere laufenden Drahtwindungen so verstärkt wird, dass selbst ungemein schwache Ströme eine Ablenkung der Nadel bewirken. Bei den Spiegelgalvanometern kann man mittelst einer von Poggendorf angegebenen Einrichtung durch ein Fernrohr die kleinsten Ablenkungen der Nadel scharf erkennen.

V. Für die ärztliche Praxis brauchbare transportable constante galvanische Apparate.

Andere Interessen haben die Elektrotherapeuten, welche meist in ihrem Sprechzimmer täglich eine grössere Menge Kranker elektrisch zu behandeln haben; andere die praktischen Aerzte, welche im Ganzen seltener elektrisiren und ihre Apparate oft in die Behausung der Kranken senden müssen. Erstere werden grössere, für alle möglichen Vorkommnisse ausgerüstete Batterien nöthig haben.

An dieser Stelle finden zunächst die für praktische Aerzte brauchbaren transportablen Apparate ihren Platz; die von den Elektrotherapeuten angewendeten grossen, allen möglichen Zwecken entsprechenden Apparate können erst nach Betrachtung aller kleineren constanten, sowie der Inductionsapparate vorgeführt werden.

Die constanten galvanischen Apparate müssen die entsprechenden galvanischen Elemente in einer solchen Anordnung enthalten, dass man beliebig viele Elemente mittelst des Stromwählers jeden Augenblick zu einer Batterie vereinigen kann; die grösseren sind mit Rheostaten verknüpft, die kleineren nicht; ein Galvanometer hat die Stärke und Richtung des Stromes zu kennzeichnen.

1) Ein sehr vorzüglicher, gut gearbeiteter und sehr constanter, ferner leicht zu handhabender Apparat ist der Hirschmann-sche leicht transportable Apparat für constante Ströme[1]) (Fig. 48). In einen sehr eleganten und solid gearbeiteten Kasten kann man von hinten einen in 20, 30 oder 40 Zellen getheilten Hartgummikasten schieben, welcher bis etwas über die Hälfte mit einer Lösung von folgender Zusammensetzung gefüllt wird: 900 Grm. Wasser, 170 Grm. Schwefelsäure, 70 Grm. chromsaures Kali und 10 Grm. schwefelsaures Quecksilberoxyd. Diese 1150 Grm. schwere Flüssigkeit reicht für 2 Füllungen, und jede Füllung bleibt selbst bei starker Benutzung 6 Wochen brauchbar. Um die Elemente in Thätigkeit zu setzen, wird mittelst einer sehr bequemen Einrichtung der Kasten in die Höhe gezogen, bis die Elemente in die Flüssigkeit eintauchen.

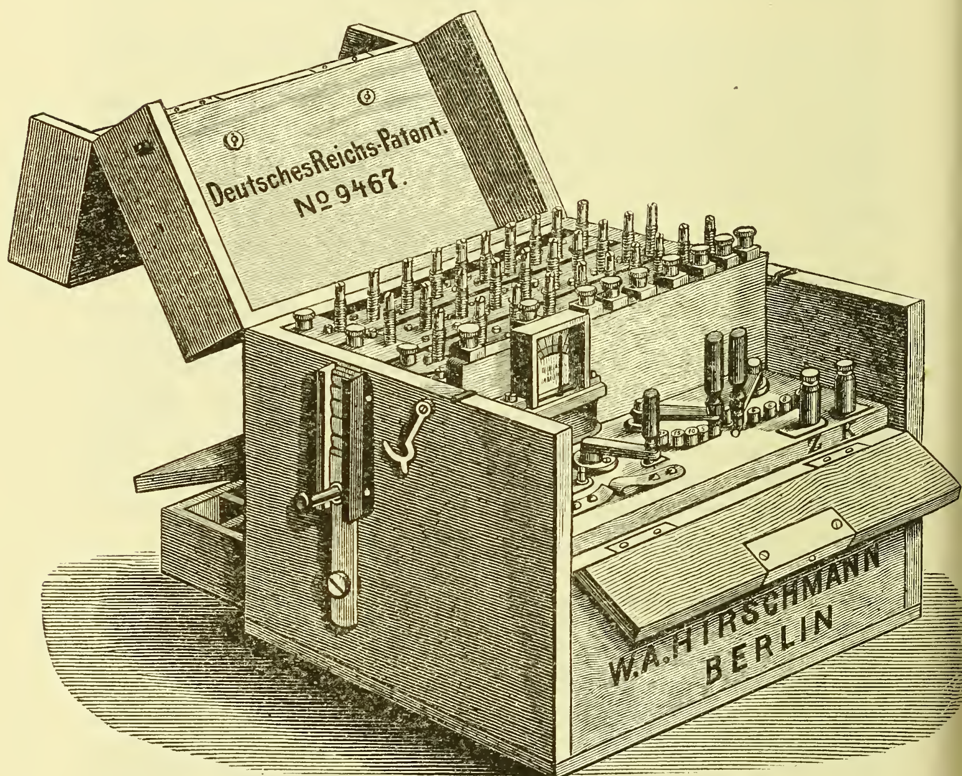
---

[1]) Bei Hirschmann, Berlin S., Commandantenstrasse 54, variirt der Preis derselben je nach Grösse und Einrichtung zwischen 67—200 Mark. Der umstehend gezeichnete kostet 160 Mark.

Die Elemente sind die oben S. 204 beschriebenen und abgebildeten Hirschmann'schen und werden zu je 10 Stück auf einer Hartgummiplatte vereinigt.

Zur Einschaltung der Elemente dient ein Elementenzähler mit 2 Kurbeln; ausserdem sind noch angebracht ein Galvanoskop, ein Stromwender; 2 Ableitungsklemmen Z und K, Elektroden, Hefte, Leitungsschnüre.

Fig. 48.



Die genannten Einrichtungen verleihen dem Apparat folgende Vorzüge: 1) Geringsten Verbrauch des Zinkpols. Hierdurch wird erreicht: beschränkte Zersetzung der Säure und längere Brauchbarkeit der Flüssigkeit; ferner eine Constanz der Elemente, welche den transportablen Apparaten bisher fehlte; endlich eine erhöhte Stärke des Stromes.

2) Leichte und sichere Transportfähigkeit. Die 20, 30 oder 40 Zellen sind in einem Hartgummikasten, welcher durch eine Hartgummiplatte verschlossen wird, vereinigt. Die bisher gebräuch-

lichen anderen transportablen Apparate bedürfen neben den einzelnen Hartgummikästen mit 10 Zellen oder einzelnen Gläsern noch besonderer Holzkästen, in welchen diese Zellen oder Gläser eingesetzt werden. Durch das unvermeidliche Feuchtwerden des Holzkastens leidet die Sicherheit der Handhabung.

3) Die sichere Einschaltung der Elemente durch 2 Elementenzähler mit Kurbeln, wodurch eine viel grössere Sicherheit der Dosirung der Stromstärke erreicht wird, als mittelst Einschaltung durch Doppelschnur oder Schlussschieber.

4) Der leichte Ersatz des Zinkpols durch Hineinschrauben eines neuen.

5) Die leichte Reinigung des Apparates, die zweckmässig alle 3 Monate in der Weise erfolgt, dass man: a. die Elemente in einem halb mit Wasser gefüllten, jedem Apparat beigegebenen Zinkkasten, der an Stelle des Hartgummikastens gebracht wird, eine Viertelstunde eintauchen lässt; b. den Hartgummikasten mit Wasser reinigt und mit neuer Flüssigkeit bis zur halben Höhe füllt, und c. den Zinkpol mittelst des beigegebenen Schlüssels so weit hineinschraubt, dass er die Hartgummiröhre um 2 Mmtr. überragt.

6) Durch einfaches Heben und Senken der Seitenfedern wird der Apparat sofort in oder ausser Thätigkeit gesetzt.

7) Die saubere und exacte Ausführung des Apparats bürgt für sichere und andauernde Gebrauchsfähigkeit.

2) Aehnlich wie der vorige, jedoch einige gute Einrichtungen z. B. einen Elementenzähler entbehrend, ist der transportable Apparat für constante Ströme, modificirt nach Dr. Spamer[1]) (Fig. 49). Jedes Fach der Hartgummikästen *A* wird mit circa 12 Cctm. einer Mischung von Kali bichrom. 20,0, Aqua dest. 300,0, Acidi sulf. puri 45,0, Hydrarg. bisulf. 1,5 — 2,0 angefüllt. Die Kohlen- und Zinkstäbe sind an 3 Leisten, jede mit 10 Paaren angebracht. Jede der 3 Leisten ist für sich beweglich; in der Lage, wie Figur zeigt, sind die Elemente aus der Säurefüllung gehoben und durch die seitlich angebrachten Knöpfe festgestellt. Durch Lösung dieser Knöpfe gleitet die betreffende Leiste nach unten und taucht in die Säurefüllung ein. So lange letztere noch nicht stark verdunstet ist, ist es nicht nothwendig die Leisten ganz herunter zu lassen, sondern nur so weit, dass die Elemente eben mit den Spitzen in die Säure eintauchen, wonach die Leiste durch die Knöpfe festgeschraubt wird. Es sollen nur immer die Leisten heruntergelassen werden, deren Elemente man anwenden will. Nach Einsenkung der betreffenden Elementenreihen werden die Endpunkte mittelst der über jedem Zink und Kohle oben über der Leiste an-

[1]) Bei Mechaniker Rudolf Krüger, Berlin SW., Simeonstrasse 20; Preis der Apparate 135 Mark.

gebrachten Messingzapfen (an den Enden jeder Reihe) leitend verbunden, und zwar mit den beiden Klemmschrauben, welche an der vor den Elementenreihen (mit ihnen parallel) befindlichen Holzwand befestigt sind. Die eine dieser Klemmen (rechts) ist mit *a* bezeichnet, sie soll verbunden werden mit dem Zinkende der Elementenreihe, die (links von dieser) oben auf der Kante der Holzleiste stehende Klemme *b* mit dem Kohlenende derselben. Die Verbindung geschieht durch je eine kurze Leitungsschnur, deren

Fig. 49.

eines Ende einen Messingstift trägt (welcher in der betreffenden Klemme befestigt wird), an deren anderes Ende dagegen ein federndes Messinghütchen angebracht ist, welches auf den betreffenden Messingzapfen gestülpt wird. Die eine dieser kurzen Leitungsschnüre ist an dem letzteren Ende gabelförmig getheilt, läuft in 2 Enden mit je 1 Messinghütchen aus. Man kann damit nach Belieben und ohne den Strom zu unterbrechen mehr oder weniger Elemente einschalten. Das eine Hütchen wird erst dann von dem betreffenden Messingzapfen abgehoben, wenn man das andere bei der neu gewählten Stelle aufgesetzt hat. Wird mehr als eine Elementenreihe benutzt, so werden immer 2 auf einander folgende

(letztes Zink der einen mit der ersten Kohle der folgenden) durch eine Drahtschnur verbunden, welche an den beiden Enden Messinghütchen trägt. Die Klemmen *k* und *z* dienen zur Aufnahme der Leitungsschnüre mit den Elektroden, wie in der Abbildung ersichtlich; der Stromwender dient zum Wenden des Stromes und ist in Normalstellung, wenn der Schieber oben bei *N* steht, und sind dem entsprechend die Klemmen *k* und *z* bezeichnet. Wird der Schieber nach *W* gebracht, so ist der Strom gewendet, und giebt nun die mit *k* bezeichnete Klemme den Zinkpol und die mit *z* bezeichnete den Kupferpol. Das Galvanoskop soll hauptsächlich dazu dienen, sich jeder Zeit von dem Vorhandensein des Stromes überzeugen zu können; genaue Messungen sind damit nicht zu erreichen. Da sich die Zinke an ihren Enden nach längerem Gebrauch abnutzen, so wird es dann nöthig, den Harzüberzug dementsprechend zu entfernen, und müssen zu diesem Behufe die Elementenreihen aus dem Apparat herausgenommen werden, welches, nachdem die die letzteren haltenden Knöpfe abgeschraubt sind, geschehen kann. Der Harzüberzug lässt sich so viel als nöthig durch Abschaben leicht entfernen. Der über die Behälter der Säuren liegende Deckel soll nur die Verdunstung letzterer so viel als möglich vermindern.

Die Theile des Apparats sind folgende: 30 Zink-Kohle-Elemente in Stabform, 3 Behälter für die Säuren in Fächern von Hartgummi, 1 Galvanoskop, 1 Stromwender, 2 Elektroden, 2 Hefte für dieselben, 2 lange Leitungsschnüre in Gummischlauch, einige kurze desgleichen für die Verbindungen etc.

3) Die von Reiniger in Erlangen[1]) construirte neue constante Batterie hat ebenfalls eine starke Wirkung, ist sehr einfach eingerichtet und leicht zu handhaben; doch hat sie den Nachtheil, dass statt in dauerhafte Hartgummikästen und -Zellen die Säurelösung (50 engl. Schwefelsäure, 50 Acid. chrom. cryst. und 1000 Wasser, oder auch verdünnte Schwefelsäure 1 : 20 mit einer Messerspitze schwefelsauren Quecksilberoxyds) in lauter einzelne Gläschen gegossen wird. Auch ist die Reiniger'sche Batterie viel umfangreicher und demnach weniger leicht zu transportiren, als die beiden zuerst genannten.

4) Reiniger's communicirende Winkelzellenbatterie[2]). Der Apparat misst in der Länge 28, in der Breite 19, in der Höhe 7,5 Ctm. und wiegt nur 2,5 Kgrm. Wenn wir das Kästchen

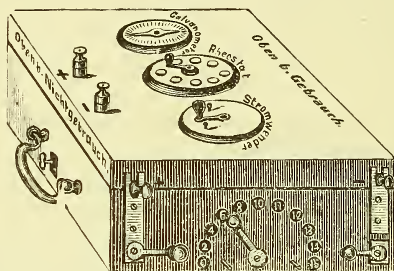
---

[1]) E. M. Reiniger, Universitäts-Mechaniker, Erlangen, liefert 5 verschiedene Grössen mit oder ohne Stromwender und Galvanoskop zu den Preisen zwischen 45—125 Mark.

[2]) Reiniger liefert den Apparat mit Stromwender, Galvanoskop, Elektroden u. s. w. für 85 Mark; grosse Apparate mit 60 Elementen für 220 Mark.

(Fig. 50) auf seine breitere Unterfläche stellen, das Schloss öffnen und den Deckel zurückschlagen, so haben wir nunmehr eine dreifache Reihe von Hartgummikästen, auf deren jeder wir 5 Mal die Formel *K Z* verzeichnet sehen. Diese 15 Bezeichnungen entsprechen 15 Elementen. Wenn wir einen dieser länglichen Kästen

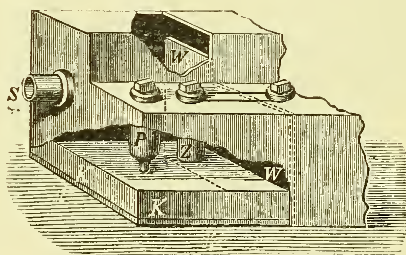
Fig. 50.



Reiniger's communicirende Winkelzellenbatterie ($^1/_5$ natürlicher Grösse) von Aussen in der Stellung, wo das Zink der Elemente in die Säure taucht und demnach der Apparat zum Gebrauch fertig ist.

von winkeliger Construction herausnehmen, so erkennen wir nach Abschraubung einer seitlichen Metallhülse, dass die einzelnen Zellen der Elemente unter sich verbunden sind, zwischen je zweien aber

Fig. 51.

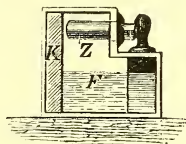


Eine einzelne Zelle der Winkelzellenbatterie. Durch stückweises Hinwegbrechen der äusseren Wände hat man einen Einblick in das Innere, sieht bei *W* die nicht ganz bis oben hinaufreichende Scheidewand zur nächsten Zelle, auf dem Boden die Kohle *K* u. s. w.

sich eine Scheidewand *W* befindet, die nicht ganz vollkommen nach oben durchgeht. Jede einzelne Zelle hat auf dem Boden (Fig. 51, 52 und 53, *K*) eine einvulkanisirte quadratische Kohlenplatte von 0,8 Ctm. Dicke, ein cylindrisches, 3 Ctm. langes, mit Schraubengewinde versehenes Zinkstäbchen von 1 Ctm. Durchmesser (*Z*), welches mittelst Schlüssels in den Winkelausschnitt des Hartgummi-

kastens eingeschraubt ist, steht einige Millimeter von der Kohle ab; die Kohle steht nach aussen mittelst eines Platinstiftes, der in einen Bleicylinder (*P*) eingelassen ist, in Verbindung, welcher, zum Schutze gegen die Säure mit resistentem Kitt umgeben, gleichfalls in den Hartgummikasten eingeschraubt ist. Die Verbindung zweier benachbarten Elemente geschieht durch ein Messingplättchen,

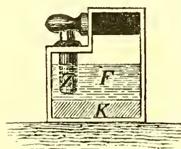
Fig. 52.



Schematischer Durchschnitt einer Zelle bei Nichtgebrauch.
F = Flüssigkeit, *K* = Kohle, *Z* = Zink.

von dem aus ein Kupferdraht nach unten zu einer der Fachwand anliegenden Neusilberfeder läuft, so den Strom nach aussen leitend. Mittelst eines beigegebenen Glastrichters füllt man die 3 fünfzelligen Kästen von der Seite *S* her mit einer Chrom-Schwefelsäure-Mischung, die sich in den communicirenden Zellen gleichmässig über den Kohlenplatten verbreitet, während die Zinkstäbchen voll-

Fig. 53.



Zelle in der zum Gebrauch nothwendigen Stellung.
F = Flüssigkeit, *K* = Kohle, *Z* = Zink.

kommen ausserhalb der Säure sich befinden (Fig. 52). Werden die Kästen wieder in ihre richtige Lage gebracht, so bespült die Säure das Zink (Fig. 53), durch einfaches Umlegen wird es wieder frei (Fig. 52), so dass seiner raschen Abnutzung ein wesentliches Hinderniss entgegengestellt ist.

Der Apparat ist nach Füllung und Wiedereinsetzung der gefüllten und verschlossenen 3 Hartgummikästen für die Thätigkeit fertig, die Leitungsschnüre werden eingelegt und in die Elektroden angefügt. Sehr bald giebt uns durch Ausschlag das auf dem Deckel des Kastens angebrachte recht empfindliche Galvanoskop Auskunft über den erzeugten Strom. Mittelst eines an der Seite angebrachten Kurbelapparats mit Messingknöpfchen schalten wir die beliebige

Anzahl von Elementen ein und können den Apparat nun zur Galvanisation verwenden.

Nach dem Gebrauch wird der Batteriekasten einfach auf die schmale Seite gestellt, wodurch alle Elemente auf einmal ausser Thätigkeit gesetzt werden, beim Wiedergebrauch legt man den Apparat wieder auf seine breite Seite u. s. f., wie man ein Buch zum Gebrauch auf- und zuklappt.

Der Verfertiger giebt folgende Vortheile von seinem Apparat an: Bei kleinstem Umfange und geringem Gewicht ausreichend starke Wirkung, bisher unerreichte leichte Transportabilität bei Vermeidung der Verunreinigung im Innern, Unzerbrechlichkeit der Kohlen und der Elementengefässe, Vereinfachung der Füllung, leichte Art die Elemente in und ausser Thätigkeit zu setzen, Möglichkeit, je 5 Elemente in und ausser Thätigkeit zu setzen und beliebig unter einander zu vertauschen, so dass sie geschont und gleichmässig abgenutzt werden, leichter Ersatz der einschraubbaren Zinkstäbchen u. s. w. Ich selbst hatte noch keine Gelegenheit, denselben näher kennen zu lernen.

VI. Ueber die Erzeugung der Elektricität durch Wärme (Thermo-Elektricität).

Die Temperatur hat nicht allein einen Einfluss auf die elektrische Leitungsfähigkeit der Körper (zunehmende Wärme bringt in festen Körpern eine Erhöhung, in flüssigen Körpern eine Verminderung des Widerstandes zu Stande), sondern ist auch im Stande, Elektricität selbst zu erregen, bezw. zu vertheilen.

Löthet man 2 Metallstäbe z. B. aus Antimon und Wismuth kreisförmig zusammen und erwärmt eine der beiden Löthstellen, so zeigt eine in den Kreis gestellte Boussole so lange eine Ablenkung, also einen elektrischen Strom im Metallkreis an, so lange die beiden Löthstellen ungleich temperirt bleiben. Ebenso zeigt die Magnetnadel einen Strom, der aber dem Erwärmungsstrom entgegengesetzt ist, wenn man eine der beiden Löthstellen statt zu erwärmen mit Eis in Verbindung bringt. Die auf diese beiden Weisen auftretenden Elektricitätsmengen (oder elektromotorischen Kräfte) stehen im geraden Verhältniss zur Temperaturdifferenz der beiden Löthstellen.

Man nennt 2 in dieser Weise mit einander verbundene, auf thermischem Wege Elektricität erzeugende Metalle ein Thermoelement.

Wenn man solche aus verschiedenen Metallen zusammengesetzte Thermoelemente auf ihre thermoelektrischen Vorgänge untersucht, ergiebt sich ähnlich wie bei der Berührung der Metalle eine Volta'sche, so hier eine thermoelektrische Spannungsreihe. In folgender von Seebeck gefundener Spannungsreihe geht der positive Strom an der erhitzten Löthstelle von dem in der

Reihe früher stehenden zu dem später stehenden; ferner ist die elektromotorische Erregung solcher Combinationen um so stärker, je weiter auseinanderstehende Metalle mit einander vereinigt werden:

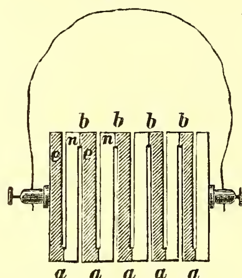
+ **Antimon, Eisen, Zink, Silber, Gold, Zinn, Blei, Quecksilber, Kupfer, Platin, Wismuth** —.

Jedoch sind kleine Abänderungen in der Beschaffenheit der Metalle, sowie die Höhe der angewendeten Temperaturen im Stande, die Reihenfolge derselben wesentlich zu verändern.

Die in solcher Weise auf thermischem Wege gewonnenen Elektricitätsmengen (elektromotorische Kräfte) sind weitaus geringer, als die auf Berührung von Metallen und Säuren- oder Salzlösung gewonnenen. Setzt man die elektromotorische Kraft eines Daniell-schen Elements = 100, so ergiebt die Combination Wismuth-Kupfer bei einer Temperaturdifferenz von 100° C. nur die kleine Zahl 0,1—0,5, die von Kupfer-Neusilber nur von 0,1 u. s. w.

Thermosäulen. Wenn man viele gleichartige Thermoelemente hinter einander kettenartig mit einander zu Thermosäulen verbindet, erzielt man bedeutend stärkere elektromotorische Wirkungen. Man legt wie in Fig. 54 eine Reihe Stäbe zweier Metalle, z. B. Eisen *e* und Neusilber *n* abwechselnd so neben einander, dass sie sich nicht berühren, und verlöthet dann ihre Enden zickzackförmig und wechselweise mit einander, nur den äussersten Eisenstab auf der einen und den äussersten Neusilberdraht auf der anderen Seite freilassend und dieselben mittelst eines Schliessungsbogens mit einander verbindend. Es liegen nun alle gleich wirkenden Löthstellen auf ein und derselben Seite *a a a a a* oder *b b b b*, können daher durch Kälte, oder heisses Wasser, Wasserdämpfe, Spiritusflammen einer gemeinsamen Temperatur ausgesetzt werden. Wenn man dann alle auf der gleichen Seite liegende Löthstellen demselben Temperaturgrade aussetzt, so entstehen in allen Thermoelementen sich summirende Ströme von der gleichen Richtung.

Fig. 54.

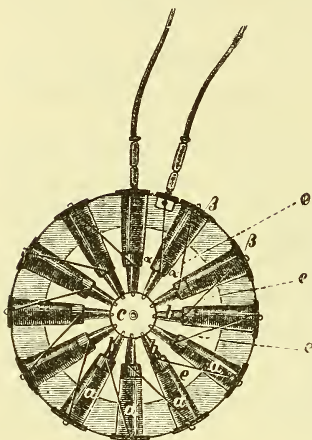


Man wendet die Thermoströme nicht allein zur Messung sehr hoher und sehr niedriger Temperaturgrade, oder zur Temperaturmessung im Innern und an direct schwer zugänglichen Orten organischer Körper an, sondern man hat auch Thermosäulen von einer so starken elektromotorischen Wirksamkeit construirt, dass man Inductionsapparate mit ihnen treiben kann.

Die Noë'sche Thermosäule (Fig. 55 und 56) besteht aus 12 bis 20 sternförmig angeordneten Thermoelementen. Die positiven Metallstäbe *a* bestehen aus einer Mischung von beiläufig

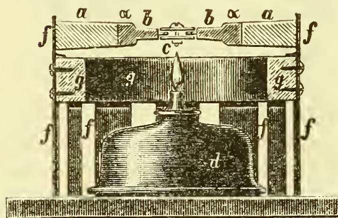
60 Theilen Antimon und 40 Theilen Zink und sind radial gestellt; gegen den Mittelpunkt verlängern sie sich in kleine Kupferröhren *b*, deren Enden frei zwischen 2 Glimmerplättchen *c* eingeklemmt sind. Die Kupferröhren und die Glimmerplättchen haben nur den Zweck, die Erwärmung der positiven Legirung *a* gleichförmig zu machen und dieselbe vor dem Schmelzen zu bewahren, welchem Vorgang sie bei directer Heizung sehr bald unterliegen würde. Man bringt unter die Glimmerplättchen *cc* die kleine Flamme einer Spirituslampe *d*, deren Wärme durch Leitung der Kupferröhren *b* nach dem Anfang *α* der positiven Metallstäbe *a* gelangt, an welcher Stelle das zweite Metall *e* in Gestalt eines Neusilberdrahtes angelöthet ist. Das äussere Ende sämmtlicher positiven Metallstäbe *a* ist an die Eisenblechstreifen *f* angelöthet, an die auch immer die von den vorausgehenden positiven Metallstäben *a* nach aussen ziehenden Neusilberdrähte *e* angelöthet sind. Die herabsteigenden Eisenstreifen sind oben und hie und da auch unten von dicken isolirenden Holzringen *g* zusammengehalten und bilden einen Cylinder, der sowohl die Spirituslampe ringsum deckt und der auch andererseits selbst zur Temperaturleitung benutzt werden kann, indem man ihn in kaltes Wasser stellt, von welchem aus er durch Leitung die Enden *β* kalt erhält.

Fig. 55.



Ansicht von oben

Fig. 56.



Senkrechter Durchschnitt.

Die Noë'sche Säule zeichnet sich nach Eulenburg von den früher seitens der Physiker benutzten Thermosäulen, namentlich der Marcus'schen (die aus Argentan und einer Legirung von Zink und Antimon bestand) dadurch aus, dass sie eine grössere elektromotorische Wirksamkeit besitzt, dauerhafter, compendiöser und minder kostspielig ist. Vor allem ist es die viel grössere elektromotorische Kraft, die sie zum Betrieb von Inductionsapparaten befähigt. Setzt man die elektromotorische Kraft eines Daniell = 1,0, so ist nach Feilitsch die eines Grove = 1,659 und die einer 20elementigen Noë'schen Thermosäule = 2,211. Es ist sonach die elektromotorische Kraft einer Noë'schen Säule von 20 Elementen grösser, wie die von 2 Daniell. Der innere Wider-

stand der Noë'schen Säule, der allerdings auch mehr als dreifach grösser ist, als der eines Grove'schen Elements, kommt bei beträchtlichem äusseren Widerstande (eingeschaltetem menschlichen Körper) nicht in Betracht, so dass also die Säule zu elektrotherapeutischen Zwecken geeignet erscheint.

VII. Erregung elektrischer Ströme durch Induction. Inductionselektricität und Elektromagnetismus.

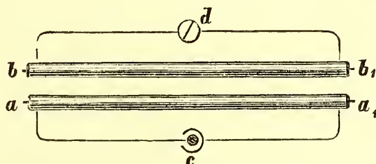
Wenn man durch eine Drahtspirale einen galvanischen Strom leitet und dieselbe an einem Faden so aufhängt, dass sie sich in einer horizontalen Ebene drehen kann, dann dreht sich ihr eines Ende gegen Norden, das andere gegen Süden, und zwar immer das Ende gegen Süden, an welchem von der Endfläche betrachtet der Strom in der Richtung eines Uhrzeigers kreist; es hat also die Drahtspirale, während sie vom Strom durchflossen wird, magnetische Eigenschaften angenommen.

Wenn man mittelst eines spiralförmig gewickelten, umsponnenen Drahtes um einen weichen Eisencylinder, ohne dass sich beide einander berühren, einen continuirlichen Strom leitet, so wird und bleibt das Eisen magnetisch, so lange der Strom um dasselbe kreist, und zwar wird dasjenige Ende der Südpol, um welches der Strom von der Endfläche her betrachtet in der Richtung des Uhrzeigers kreist. Sowie der Strom im Draht unterbrochen wird und aufhört, schwindet augenblicklich auch der Magnetismus.

Die magnetischen Fernwirkungen an der durchströmten Spirale in der ein weicher Eisenstab steckt, sind bedeutend stärker, als in der isolirten Spirale, weil das magnetisch gewordene Eisen die Wirkungen des Stromes in der Spirale verstärkt.

Ein elektrischer Strom macht aber nicht nur benachbarte Eisentheile, mit denen er keinen unmittelbaren Contact hat, magnetisch; er ist auch im Stande, durch seine Fernwirkung einen wirklichen zweiten Strom zu erzeugen, der vorher nicht vorhanden war, aber allerdings nur dann, wenn er in seiner Stärke bedeutend variirt.

Fig. 57.



Das einfache Beispiel geben zwei von einander durch einen Zwischenraum isolirte, aber neben einander liegende Drähte a a_1 und b b_1 (Fig. 57).

Der Draht $a\ a_1$ steht mit einem galvanischen Element c durch eine Drahtleitung in leitender Verbindung; der andere $b\ b_1$ dagegen bildet mit einem Galvanometer d einen geschlossenen Kreis. So lange ein constanter Strom von c aus ruhig den Draht $a\ a_1$ durchfliesst, bleibt die Nadel des Galvanometers d vollkommen ruhig stehen, ein Beweis, dass der ruhige Strom von $a\ a_1$ keinen Strom in $b\ b_1$ erregt. Sowie man aber den Draht $a\ a_1$ etwa mit der Hand dem Draht $b\ b_1$ nähert, oder von letzterem weiter wegrückt, dann zeigt die Nadel des Galvanometers jedesmal eine Ablenkung, ein Beweis, dass nun auf einmal auch in Draht $b\ b_1$ ein Strom circulirt. Beim Annähern des Drahtes $a\,a_1$ entsteht in Draht $b\ b_1$ ein dem primären Strom des Drahtes $a\ a_1$ entgegengesetzt gerichteter, bei Entfernung dagegen ein diesem gleich gerichteter Strom.

Man nennt den in $b\ b_1$ durch die Wirkung des in $a\ a_1$ fliessenden primären Stromes erregten secundären Strom auch einen Inductions- oder inducirten Strom, nach seinem Entdecker auch „faradischen Strom“.

Ganz die gleichen Erscheinungen treten ein, wenn man in $a\ a_1$ den Strom unterbricht oder den unterbrochenen schliesst. Die Unterbrechung des Stromes bewirkt dasselbe, wie eine Entfernung des Drahtes $a\ a_1$ in eine grosse Entfernung; die Schliessung des Stromes wie die Annäherung des vorher weit entfernten Drahtes $a\ a_1$. Das Oeffnen des Stromes in $a\ a_1$ bewirkt in $b\ b_1$ einen entgegengesetzt gerichteten Strom, das Schliessen in $a\ a_1$ bewirkt in $b\ b_1$ einen dem primären gleich gerichteten.

Ferner ist das Gleiche der Fall, wenn man nur den Strom in $a\ a_1$ schwächt oder verstärkt. Jede Stromverstärkung in $a\ a_1$ erzeugt in $b\ b_1$ einen entgegengesetzt, jede Schwächung einen gleich gerichteten inducirten Strom.

Auch wenn man einer unelektrischen Drahtrolle einen einfachen Magneten schnell nähert oder von ihr entfernt, werden entgegengesetzte und bezw. gleich gerichtete Inductionsströme in der Rolle erzeugt; man nennt einen solchen Vorgang eine Magnetinduction.

Verstärkung und Schwächung der Inductionswirkung. An obigen einfachen Drähten lässt sich nur eine schwache Inductionswirkung nachweisen. Bedeutend stärker zeigt sich dieselbe bei Aufeinanderwirkung zweier Drahtrollen (Fig. 59, *I* und *II*), von denen *I* den primären Hauptstrom, *II*, welche über die andere geschoben werden kann, den inducirten Strom leitet; *I* heisst deshalb die primäre Rolle, *II* die secundäre. Die Verstärkung durch solche Rollen ist deshalb so gross, weil jede Windung der primären Rolle auf jede Windung der secundären inducirend einwirkt. Die primäre Rolle soll nur aus einer geringen Zahl von Windungen eines dicken Drahtes bestehen, um dem primären, aus dem Element kommenden Strom keinen zu grossen Widerstand entgegenzusetzen

und denselben nicht zu sehr zu schwächen. Dagegen soll die secundäre Rolle viel mehr Windungen und zwar eines dünnen Drahtes enthalten, doch darf der Widerstand in demselben nie so gross werden, wie im menschlichen Körper, weil sonst die secundären Ströme wieder durch den zu grossen Widerstand geschwächt würden.

Eine starke Steigerung erfahren die inducirenden Wirkungen der primären Rolle durch Einlegung eines Eisenkerns oder noch besser durch Einlegung von Bündeln von Eisenstäben, welche durch Oxydation von einander isolirt sind, in die primäre Rolle. Diese Eisenstäbe werden bei jeder Schliessung und Oeffnung des primären Stromes elektromagnetisch, veranlassen dadurch auch ihrerseits einen Inductionsstrom in der secundären Spirale und verstärken dadurch die inducirenden Wirkungen des galvanischen Stromes. Der primäre Strom wird um so stärker, je tiefer das Drahtbündel in die primäre Rolle eingeschoben, um so schwächer, je mehr es herausgezogen wird. Ausserdem kann man den primären Strom noch weiter abstufen durch folgende Hülfsmittel, die namentlich eine Schwächung bezwecken: durch das Ueberschieben der geschlossenen secundären Spirale, oder eines Kupfercylinders, da der in diesen letzteren inducirte Strom den Extrastrom der primären Rolle verzögert; ferner durch das Einschalten von Rheostaten.

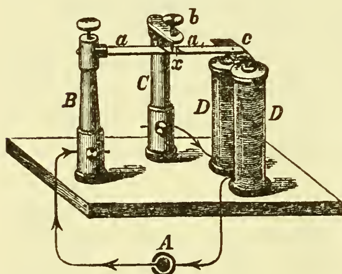
Der secundäre Inductionsstrom wird durch alle Momente geschwächt, welche den primären schwächen, sowie durch weite Entfernung der secundären Rolle; dagegen gewinnt er seine höchste Kraft bei stärkstem primären Strom, und dann, wenn die secundäre Rolle ganz über die primäre geschoben ist.

Der Extrastrom (Extracurrent). Nicht blos die Windungen zweier Rollen, sondern auch die Windungen einer und derselben Rolle wirken auf einander inducirend. Nimmt man beispielsweise eine einzige Rolle mit vielen Drahtwindungen, leitet durch dieselben einen constanten Strom und schaltet mittelst zweier ableitender, in die Hände genommener Drähte seinen eigenen Körper ein, so geht während der ruhigen Durchleitung wegen des grossen Widerstandes der Hautdecken kein Strom durch den Körper; in dem Moment dagegen, wo man die Stromleitung öffnet, empfindet man einen elektrischen Schlag, und dieser rührt von dem in den Rollenwindungen entstehenden Inductionsstrom (Extrastrom, Extracurrent) her, der sich in den Körper ergiesst, da er wegen der Unterbrechung des Hauptstromes keinen anderen Ausweg findet. Von diesem auch in der primären Rolle der Inductionsapparate bei der Schliessung und Oeffnung sich bildenden Extrastrome kommt es, dass bei der Schliessung der primäre Strom durch den in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Extrastrom geschwächt, bei der Oeffnung durch den gleich gerichteten Extrastrom dagegen verstärkt wird, und dass demnach auch in der secundären

Rolle nur die durch die Oeffnung der primären Rolle inducirten Ströme eine starke Wirkung haben, der in der secundären Spirale dagegen entstehende Schliessungsstrom viel schwächer ist.

Vorgänge im Schliessungsbogen der secundären Rolle. Unterbrechungs-Vorrichtungen an der primären Rolle. Wenn man die beiden Enden des gerollten Drahtes der secundären Rolle durch einen Schliessungsbogen mit einander verbindet, so kreisen beim Schliessen und Oeffnen des Stromes der primären Rolle im Schliessungsbogen der secundären Rolle fortwährend und mit einander abwechselnd entgegengesetzt gerichtete Ströme, um so schneller, je rascher hinter einander der Strom der primären Rolle geöffnet und geschlossen wird. Da man diese abwechselnd gerichteten secundären Ströme in der Therapie häufig benutzt, hat man verschiedene Unterbrechungsvorrichtungen für den Strom der primären Rolle versucht, von denen allen der Wagner'sche Hammer sich als die zweckmässigste erwiesen hat, da sein unterbrechendes Spiel durch die eigene Thätigkeit des primären Stromes unter Mithülfe eines Elektromagneten zu Stande kommt. In Fig. 58 geht von dem galvanischen Element A der elektrische Strom zur metallenen Säule B, von da durch die metallene Feder a und den Platinstift an der Schraube b bei x in die Säule C, von dieser in den Elektromagneten D und durch dessen Drahtwindungen hindurch zum Element A zurück. So lange kein Strom kreist, wird der aus weichem Eisen gefertigte Anker c durch die elastische Feder aa_1 vom Magneten entfernt gehalten, und die Feder ist in ihrer Mitte an die Platinspitze von b bei x nach oben angedrückt. In dem Moment, wo der Strom den oben genannten Weg betritt, wird der Elektromagnet in Thätigkeit gesetzt und zieht den Anker c an; hierdurch entfernt sich auch die Feder a von ihrem Contact mit b bei x; der Strom kann nicht mehr durch C hindurch zum Magneten D gelangen; derselbe wird daher unmagnetisch, lässt den Anker vermöge der Kraft seiner Feder a wieder in die Höhe an den Contact bei b schnellen. Der Strom kann wieder in den Elektromagneten gelangen, der Anker wird wieder angezogen, und so wiederholt sich dasselbe Spiel immer von Neuem.

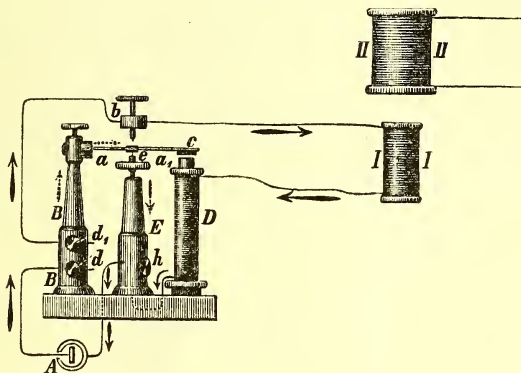
Fig. 58.



Die Fig. 59 giebt eine allerdings ärztlicherseits noch nicht verwerthete Modification dieses Wagner'schen Hammers (von Helmholtz erdacht zu dem Behufe, um eine grössere Gleichheit in der Stärke der Schliessungs- und Oeffnungsinductionsströme der secundären Spirale herzustellen), zugleich mit einer schematischen Dar-

stellung der Verbindung dieser Vorrichtungen mit der primären Rolle, wie sie an dem Du Bois'schen Schlittenapparat (Fig. 61) angebracht ist. Der von dem Element A kommende Strom geht, je nachdem die den Anker oder Hammer c tragende Feder a a_1 den Platinstift e der Säule E unmittelbar berührt oder nicht, zweierlei Wege; in letzterem Falle, beim Nichtanliegen am Platinstift an Säule E einen weiteren Weg von B d d_1 vermittelst eines Drahtes zur Schraube b, zur primären Spirale I, von dieser zum Elektromagneten D, dann zur Säule E bei h und von da zum Element A zurück. Wird dagegen der Hammer e angezogen und berührt die Feder den Platinstift e der Säule E, dann geht der Strom durch eine Nebenschliessung von viel geringerem Wider-

Fig. 59.



stande von A durch die Säule B zur Feder a, von da zum Platinstift e der Säule E und von hier zum Element A zurück. Wenn demnach der Hammer von dem Elektromagneten angezogen wird, und der Platinstift e dessen Feder berührt, geht der Strom in der viel kürzeren und einen weitaus geringeren Widerstand darbietenden Nebenschliessung; der Strom in der primären Spirale und im Elektromagneten wird so schwach, dass letzterer den Hammer fahren lässt, in Folge dessen der Strom in der Nebenschliessung unterbrochen wird, wieder in die primäre Rolle und den Elektromagneten kommt, den Hammer von Neuem anzieht u. s. w. Es ist also derselbe Vorgang, wie beim ursprünglichen Wagner'schen Hammer, nur hört der Strom in der primären Rolle nie ganz auf, wie in diesem, so dass die Schwankungen der Stromstärke in der primären Spirale geringgradigere sind und deshalb Oeffnungs- und Schliessungsinductionsströme in der secundären Spirale einander gleichartiger werden.

In der secundären Spirale werden also unmittelbar hinter einander stets Ströme von entgegengesetzter Richtung inducirt, so dass ein und dieselbe Elektrode bei dem einen Inductionsschlag

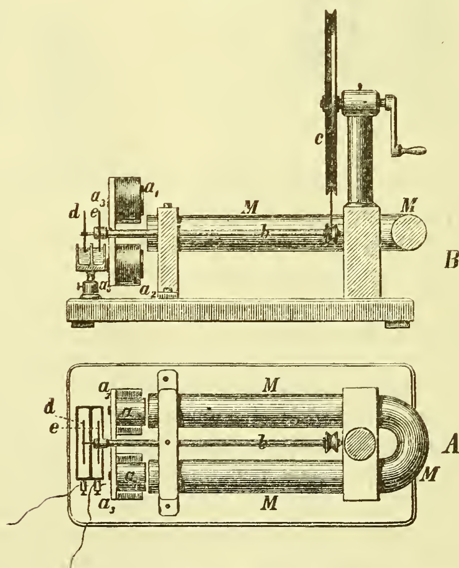
den positiven Pol, in dem nächstfolgenden den negativen Pol bildet; dennoch spricht man von einer Richtung des secundären Stromes, versteht aber willkürlich darunter nur die Richtung des secundären Oeffnungsstromes, da dieser der stärkere ist. Wenn man an der primären oder an der secundären Spirale wissen will, wo der positive und wo der negative Pol sich befindet, so taucht man die Elektroden in Jodkalium-Stärkekleister; man erkennt dann leicht die Anode an der in ihrer Umgebung auftretenden Blaufärbung desselben.

VIII. Für die ärztliche Praxis brauchbare Inductionsapparate.

Man hat sich früher nur der magneto-elektrischen Maschinen (Rotationsapparate) bedient; in der Gegenwart benutzt man fast ausnahmslos nur noch die eigentlichen oder volta-elektrischen, sowie die thermo-elektrischen Inductionsapparate.

a. Von den ersteren, den Rotationsapparaten, ist es daher genügend, als einen von vielen (Pixii, Saxton, Stöhrer) etwa den Saxton'schen zur Kennenlernung der Construction anzuführen.

Fig. 60.



Der Saxton'sche Rotationsapparat (nach Mousson).
A Ansicht von oben. *B* senkrechter Durchschnitt.

Der Saxton'sche Rotationsapparat (Fig. 60, *A* und *B*) besteht aus einem starken, hufeisenförmigen Magneten *M*, dessen

Anker a aus 2 mit isolirtem Draht umwickelten Eisenkernen a_1 und a_2, die an einer Eisenplatte a_3 befestigt sind, besteht. Der mit der Axe b versehene Anker erhält durch das Rad c mit Kurbel eine rasche Drehung. Durch fortwährende Umdrehungen nähern und entfernen sich die Drahtrollen fortwährend zu und von den beiden Polen des Hufeisenmagneten und werden durch den hierbei stets entstehenden und verschwindenden Magnetismus ihrer Kerne inducirt. Das einen gleichen Strom liefernde eine Paar der Drahtenden der beiden Rollen ist mit der Axe b, die sich als Stift über die Anker hinaus verlängert, verbunden; das andere Paar der Drahtenden steht mit einer von der Axe isolirten Metallhülse in Verbindung. An dem Ende des Stiftes ist das Metallrädchen d, an dem Ende der Hülse das Metallrädchen e befestigt, welche in 2 von einander isolirten Quecksilbernäpfchen eintauchen. Wenn man die von beiden letzteren ableitenden Drähte f und g mit einander verbindet, so gehen durch den in Folge dessen gebildeten Schliessungsbogen die wechselnden Inductionsströme hindurch. Wenn man statt eines Rädchens nur eine Doppelspitze () auf den Stift aufsteckt, so taucht immer nur von Zeit zu Zeit eine der beiden Spitzen nach der anderen in das Quecksilber, und man kann den Vorgang so reguliren, dass nur stets der eine der beiden Wechselströme hindurchgeht.

b. Von den volta-elektrischen Inductionsapparaten sind gegenwärtig hauptsächlich folgende in Anwendung: in der Physiologie der Du Bois'sche, in der ärztlichen Praxis die Spamer-schen, Hirschmann'schen, Stöhrer'schen u. s. w.

1) Der Du Bois Reymond'sche Schlittenapparat (Fig. 61) hat als Grundlage eine mit einer Graduirung versehene hölzerne Bahn N, auf der die secundäre Rolle II mittelst einer Schlittenvorrichtung S weit von der primären Rolle I hinweg, sowie auch über die primäre Rolle, sie einschliessend, geschoben werden kann. Mit der primären Rolle I in fester Verbindung steht die Wagner-Helmholtz'sche Hammervorrichtung. Wie bereits bei Gelegenheit dieser letzteren (S. 232, 233, Fig. 59) auseinandergesetzt ist, geht der aus einem Element kommende Strom durch die Säule B in die primäre Rolle und von dieser theils durch den Elektromagneten D, theils durch die Säule E wieder zum Element zurück, auf diese Weise in die secundäre Rolle abwechselnd gerichtete Ströme inducirend. F zeigt die Enden der in der primären Rolle steckenden, von einander durch eine Oxydschicht isolirten Eisenstäbe. An dem hinteren unteren Rand der secundären Rolle II sieht man eine der zwei Klemmen, von denen aus der secundäre Strom abgeleitet wird.

Dieser Apparat wird zwar in der ärztlichen Praxis selten, dagegen wohl von allen Physiologen angewendet, und würde sich

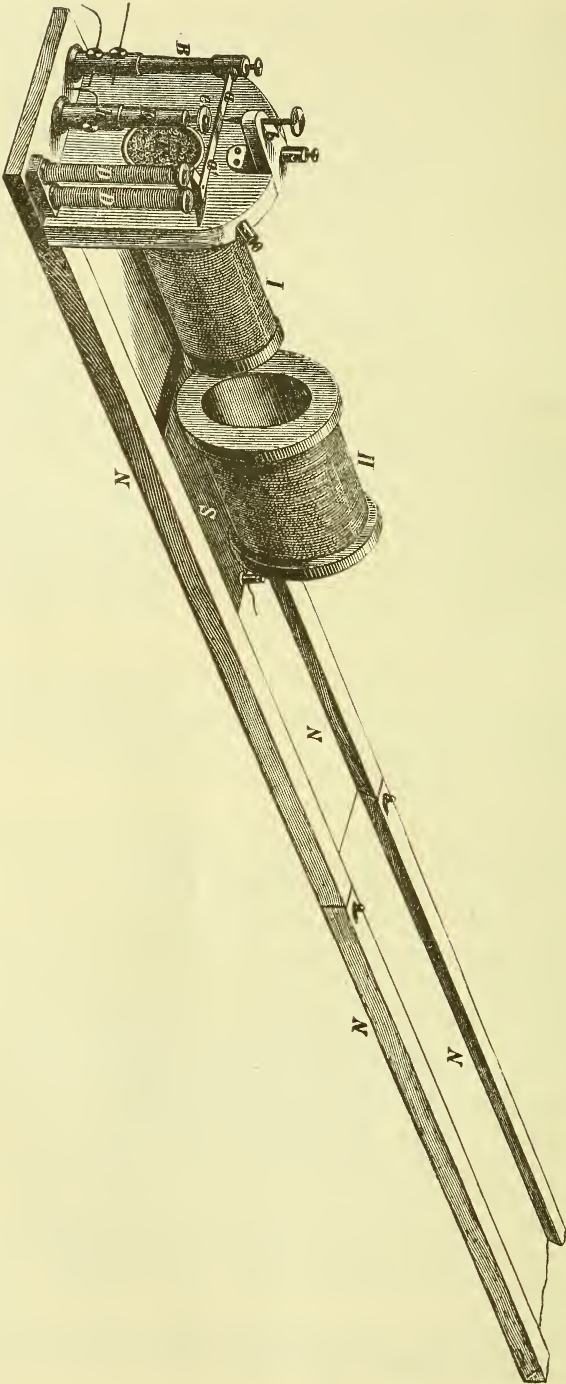


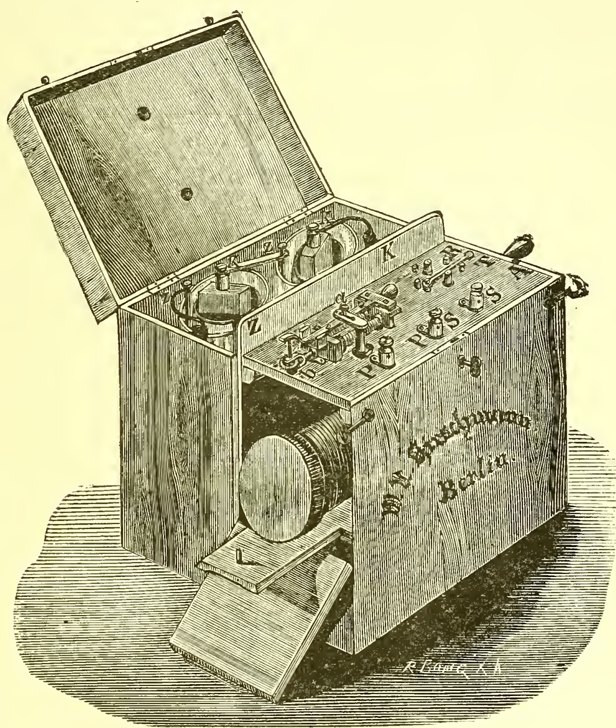
Fig. 61.

für elektrodiagnostische Zwecke gewiss besser eignen, wie die in den Händen der Aerzte befindlichen.

In der ärztlichen Praxis sind folgende zwei volta-elektrische Inductionsapparate gegenwärtig die beliebtesten und empfehlenswerthesten:

2) Der Hirschmann'sche transportable Inductionsapparat[1]) mit 1 oder 2 Leclanché-Elementen (Fig. 62). Das

Fig. 62.



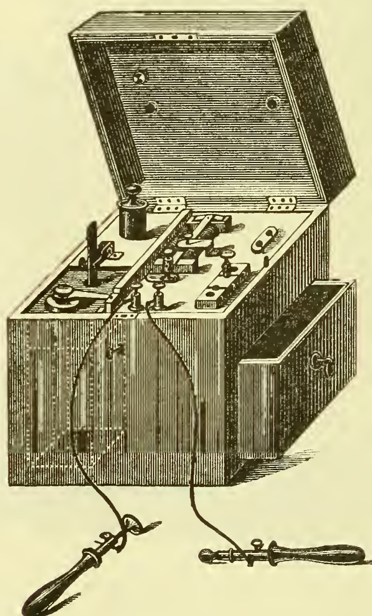
Element nach Leclanché (vergl. S. 205) wird bis zur Hälfte mit concentrirter Salmiaklösung gefüllt (160 Wasser + 60 Salmiak). Sind die (in Fig. 62) zwei gefüllten Elemente in den Apparat hineingestellt, so wird der eine der freien Drähte unter den Zinkpol des ersten, der andere unter den Kohlepol des zweiten Elements geschraubt; die beiden freien Pole werden durch das beiliegende Messingstück verbunden. Die Elemente bleiben stets gefüllt und

[1]) Hirschmann in Berlin. Preis eines Apparates mit 1 Leclanché-Element 60, mit 2 Elementen 78 und 90 Mark.

verbunden; es ist nur nöthig, alle 1½—2 Monate etwas Salmiak und Wasser nachzufüllen, um das Zersetzte zu erneuern; die Unterhaltungskosten eines Elements stellen sich auf 50 Pfennige das Jahr. Der Apparat wird in Thätigkeit gesetzt, indem man den kleinen Hebel *R* nach *T* herüberrückt; will man ihn wieder in Ruhe bringen, dreht man umgekehrt den Hebel von *T* nach *R*. Der primäre Strom wird von den mit *P* und *PS* bezeichneten Klemmen abgeleitet; der secundäre von den Klemmen *PS* und *S*. Beide Ströme werden durch Einschieben des Drahtkerns in die primäre Rolle verstärkt. Soll der secundäre Strom nach Entfernung des Drahtkerns noch weiter geschwächt werden, so zieht man die secundäre Rolle bis zur Hälfte heraus.

3) Den Spamer'schen transportablen Inductionsapparat mit verschlossenem Grevet-Element[1]) (Fig. 63). Unter

Fig. 63.



dem aufgeschlagenen Kastendeckel sieht man in der Figur den Kasten durch eine Scheidewand in 2 Hälften getheilt, die rechte enthält die Schieblade für die Nebenapparate, darüber die Hammer-Vorrichtung, die Klemmen für die Leitungsschnüre (die mit + und — gezeichnet sind) und die Stöpselvorrichtung zur Einschaltung des primären oder secundären Stromes. Steckt der Stöpsel wie in

[1]) Bei dem Mechaniker Krüger in Berlin um den Preis von 40 Mark.

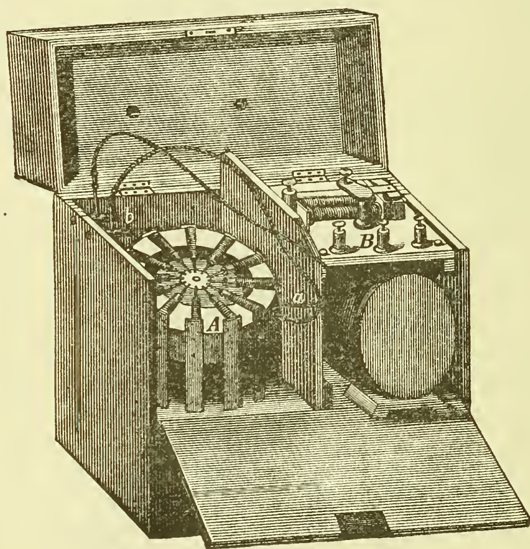
der Figur bei P, so bekommt man den primären, steckt er bei S, so bekommt man den secundären Strom. In der linken Seitenhälfte befindet sich vorn das Element, hinten befinden sich die Drahtspiralen mit dem schon halb herausgezogenen Eisenkern, durch dessen weiteres Herausziehen die Stromstärke beliebig abgeschwächt werden kann. Das Element besteht aus einem Hartgummikasten, der nach oben herausgehoben werden kann, die Verbindung des Elements mit dem Apparat wird durch die betreffenden Klemmen, wie auf der Figur sichtbar, hergestellt. Will man den Kasten herausschieben, so löst man die Schraube der vorderen Klemme und schiebt den Riegel nach vorn. — Hinter dem Kohlenpol sieht man einen Zinkstab in eine Oeffnung des Kastens eintauchen, dieser Stab wird in eine gabelföhrmige Klemme eingeklemmt, die an ihrer Befestigungsstelle nach hinten drehbar ist. Ist der Apparat ausser Gebrauch, so wird die Gabelklemme zurückgeschlagen und die Oeffnung im Kasten durch einen Gummi-Stopfen verschlossen. Sobald der Apparat in Gang gesetzt werden soll, wird der Zinkstab in der Gabel langsam nach unten geschoben, bis er die Flüssigkeit berührt, was sich gewöhnlich durch sofortiges Arbeiten des Hammerwerkes kundgiebt. Es soll Regel sein, den Stab nie tiefer einzutauchen, als eben zum Treiben des Hammers erforderlich ist. Es wird sonst unnütz Elektricität verschwendet; man muss den Strom dann stark abschwächen, und die Elementflüssigkeit wird dann unnütz rasch verbraucht; zur Ingangsetzung des Apparats kann man während des langsamen Einsenken des Zinkstabes mit Vortheil den Hammer ein wenig mit dem Finger anstossen. Mehr als 10 bis 15 Mmtr. braucht das Zink in den ersten Stunden des Gebrauchs nicht einzutauchen. Sobald bei anhaltendem Gebrauch die Stromstärke sinkt, taucht man den Zinkstab etwas tiefer ein; es wird dann bald nöthig sein, die Füllung des Elements zu erneuern; je weniger tief der Zinkstab im Element eingesenkt wird, desto länger bleibt die Füllung brauchbar. Zur Füllung bedient man sich am besten folgenden Receptes: Kali bichromici 20,0 Grm., Aq. dest. 300,0 Grm., Acidi sulf. 45,0 Grm., Hydrarg. sulf. 1,5—2,0 Grm., welches Quantum für zwei Füllungen ausreicht. Vor dem Eingiessen einer neuen Füllung spüle man den Kasten erst ein wenig mit Wasser aus. Das Zink amalgamirt sich in der Flüssigkeit von selbst, das Reservezink wird erst nach langer Zeit nothwendig. Die Nebenapparate bestehen aus: 2 Leitungsschnüren, 2 Heften und den auf diese aufzuschraubenden 3 Elektroden und 1 Drahtpinsel. Der Gummipfropfen muss beim Nichttransport aus dem Element herausgenommen werden.

Es sind zwar noch viele andere volta-elektrische Apparate im Gebrauch, zum Theil von gleichem Werth, wie die geschilderten, wie z. B. der seit langer Zeit eingebürgerte Stöhrer'sche; allein es

ist weder möglich, noch auch nothwendig, alle zu beschreiben, da sie doch im Wesentlichen eine gleiche Einrichtung besitzen.

4) Transportabler Inductionsapparat mit Noë'scher Thermosäule von 12 und 20 Thermo-Elementen von Hirschmann[1]) (Fig. 64). Hier wird die aus 12 oder 20 Thermo-Elementen bestehende Noë'sche Thermosäule *A* (vergl. S. 227 und 228) durch 2 mit metallenen Hülsen versehene Zuleitungsschnüre,

Fig. 64.



welche auf die hervorragenden Polenden der Säule (bei *a*) aufgesteckt werden, mit 2 Klemmen *b* in Verbindung gebracht, von denen aus die Drähte nach dem Inductionsapparat *B* mit aus den oben beschriebenen Inductionsapparaten bekannter Einrichtung verlaufen.

Bei Erwärmung mit der dem Apparat beigegebenen kleinen Spirituslampe beginnt schon nach $^1/_2$—1 Minute das Spiel des Wagner'schen Hammers, und man erhält bei 20 Thermo-Elementen einen Strom von mehr als genügender Intensität, mindestens dem von 2 Leclanché-Elementen gelieferten gleichkommend, der ohne merkliche Schwankungen während der ganzen Zeit des Erwärmens der Säule und noch etwas darüber hinaus andauert.

---

[1]) W. A. Hirschmann, Berlin S., Commandantenstrasse 54, liefert einen Inductionsapparat mit einer Noë'schen Thermosäule von 12 Thermo-Elementen um 70 Mark, von 20 Thermo-Elementen mit Federunterbrecher um 100 Mark, von 20 Thermo-Elementen mit Kugelunterbrecher um 112 Mark.

Die Bequemlichkeit beim Gebrauch dieses „Thermo-Inductors" ist eine, man kann fast sagen, maximale, da die Füllung der Elemente und die bei allen hydro-elektrischen Batterien unvermeidliche öftere Restitution der Metalle und Flüssigkeiten hinwegfällt; die Haltbarkeit der Säule ist anscheinend eine ganz unbegrenzte; nur soll eine Erneuerung der Gummiplättchen, sowie der kupfernen Cylinder etwa alle 3 Jahre nöthig sein.

Die Hirschmann'schen Thermo-Inductoren sind sehr klein und leicht, durch Rütteln und Schütteln nicht verletzbar, jeden Augenblick ohne Umstände in Gang zu setzen, so dass ich keinen Anstand nehme, dieselben als für jeden praktischen und Badearzt brauchbarsten zu bezeichnen, da sie durch Transport nicht verdorben werden können, da man sie sogar ohne jeden Anstand fortwährend im Wagen mit sich transportiren kann und keine Chemikalien ausser Weingeist nöthig hat.

IX. Anhang.
Grosser Apparat für constante und Inductionsströme.

Als Muster eines grossen, mit allen Hülfsmitteln versehenen, für elektrotherapeutische Specialisten passenden grossen Apparats, der sowohl Inductions- wie galvanische Ströme anzuwenden gestattet, kann der Remak'sche grosse Apparat[1]) (Fig. 65) angesehen werden.

Derselbe enthält nach der Beschreibung E. Remak's 60 Elemente nach Siemens-Remak mit Diaphragmen aus Thonzelle und Papiermaché (vergl. S. 203). Die Elemente befinden sich in einem niedrigen Schrank mit zwei behufs der bequemen Auffüllung der Elemente etwa 32 Ctm. hohen, von vorn und hinten zugänglichen Fächern. Die Tischplatte enthält die Leitungen aus Telegraphendraht und trägt die Nebenapparate, welche durch einen (in der Abbildung weggelassenen) verschliessbaren Deckel bedeckt werden können.

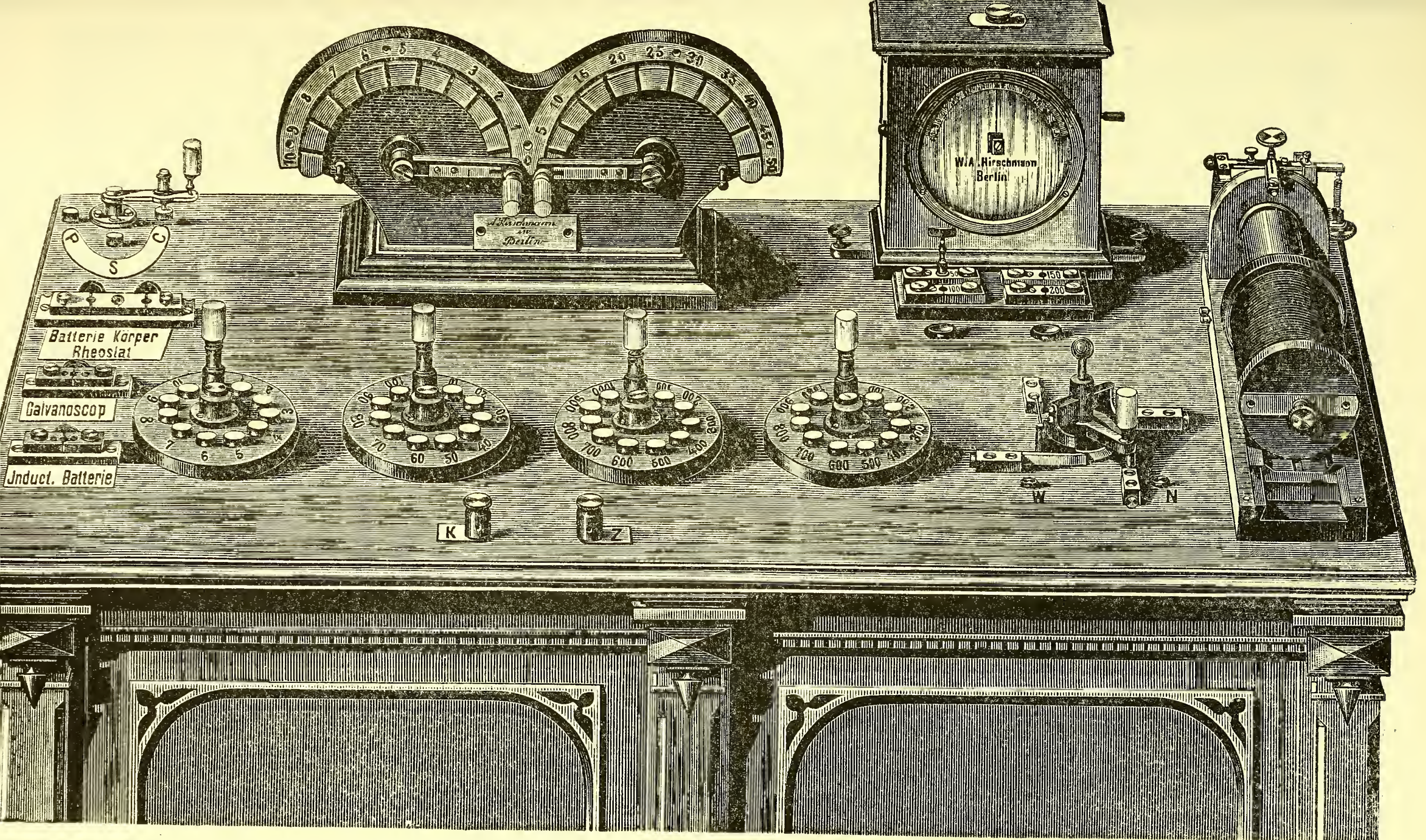
Der R. Remak'sche Stromwähler steht links hinten neben dem Erb'schen Galvanoskop und trägt auf einer verticalen Holzplatte in 2 Halbkreisen metallische, mit der jeweiligen Elementenzahl verbundene und bezeichnete Contacte so angeordnet, dass die federnden und mit elfenbeinernen Handgriffen versehenen Metallkurbeln die bezeichneten Elementenzahlen nach Belieben einschalten können. Die von einander isolirten Contacte stehen so nahe, dass die dieselben schleifende Kurbel noch immer den einen berührt, wenn der nächstfolgende bereits geschlossen ist, so dass also eine Unterbrechung des Stromes hier nicht möglich ist. Die linke Kurbel gestattet eine Steigerung um je 1 Element bis 10, — die

[1]) Bei W. A. Hirschmann in Berlin um 800 Mark.

rechte um je 5 Elemente bis 50. Dieser Apparat ermöglicht ohne Zeitverlust die Einschaltung jeder beliebigen Elementenanzahl und bietet den namentlich für therapeutische Zwecke wichtigen Vortheil einer allmäligen Steigerung und Verminderung der Stromstärke.

Der Siemens-Remak'sche Stromwender ist rechts vorn neben dem Inductionsschlitten abgebildet und besteht aus einer kreisförmigen, hölzernen, mittelst des Kurbelgriffes um eine verticale Axe drehbaren Scheibe, welche an 2 kleineren gegenüber liegenden Kreisabschnitten ihres Randes unbelegt, an den grösseren dazwischen liegenden Kreisabschnitten dagegen mit messingenen Randstücken belegt ist, gegen welche 4 von 4 in einem Quadrat angeordneten Messingklötzen ausgehende Metallfedern sich anpressen.

Das zur ungefähren Abschätzung der in einem durchströmten Körper wirksamen Stromstärke dienende Galvanoskop (von Erb) ist so eingerichtet, dass seine Nadel der Richtung des Stromes entsprechend ausschlägt, aber nach der Kathodenseite, d. i. bei der Normalstellung des Stromwenders nach rechts, bei der Stromwendung nach links; deshalb muss es zwischen den Stromwender und ein Polende eingeschaltet werden. Eine von dem in der verticalen befindlichen Nullpunkte nach rechts und links aufgetragene Scala in Kreisgraden ermöglicht eine ungefähre Abschätzung der Stromstärke nach dem Nadelausschlage, indem die Stromstärke innerhalb der ersten 20 Grade dem Ausschlage nahezu proportional zunimmt. Die Empfindlichkeit eines Galvanometers richtet sich wesentlich nach der Windungszahl seiner Multiplicatorrollen. Zu verschiedenen Untersuchungszwecken ist es von Nutzen, verschieden empfindliche Galvanometer zu haben. Der beim Apparat befindliche Galvanometer gestattet je nach der Verstöpselung von 4 vor ihm gelegenen Stöpselklemmen die beliebige Einschaltung von multiplicirenden Drahtlängen von 50, 100, 150 oder 200 S. E. Widerstand. Je grössere Galvanometerwiderstände eingeschaltet werden, desto grösser ist die Multiplication und bei derselben Anordnung der Nadelausschlag, während die Stromstärke unverändert bleibt, indem die Mehreinschaltung der Galvanometerwiderstände gegen die übrigen grossen ausserwesentlichen Widerstände nicht in Betracht kommt. Die Nadelausschläge, bezw. die Empfindlichkeit nimmt nahezu proportional den 4 Einschaltungen zu (E. Remak). Je feiner die Untersuchungen sind, d. h. je geringere Stromstärken zur Verwendung kommen, und je mehr es darauf ankommt, auch feinere Differenzen der Stromstärke zu erkennen, eine desto grössere Empfindlichkeit des Galvanometers durch Verstöpselung hoher Widerstände ist zu bevorzugen. Die am Galvanometer oben sichtbare Schraube lenkt einen Compensationsmagneten, welcher im Falle der Abweichung der Nadel vom Nullpunkte in der Ruhelage dieselbe dorthin zurückzuführen vermag. Der rechts sichtbare Drücker gestattet eine mechanische Arretirung der Nadel im Falle lebhafter Schwingungen derselben. Eine Stöpselvorrichtung (die zweite



P
S
C
Batterie Körper
Rheostat
Galvanoscop
Jnduct. Batterie
K
Z
W
N
W. A. Hirschmann
Berlin

links) gestattet durch Eröffnung einer guten Nebenleitung das Galvanometer auszuschalten, z. B. bei Einleitung des Inductionsstromes.

Der der feineren Abstufung der Stromstärke dienende, nebengeschaltete metallische Rheostat ist in der Regel mit denselben Klemmschrauben verbunden, welche zugleich die Leitungsschnüre für den Körper entlassen. Dann befindet sich das Galvanometer in der unverzweigten Stromleitung, giebt aber bei maximalem Ausschlage keine Auskunft über die Stromstärke des den Körper enthaltenden Stromzweiges. Diese Art der Rheostateinschaltung tritt bei Herstellung des mit „Körper" bezeichneten Stöpselverschlusses (auf der Abbildung links die dritte Stöpselvorrichtung) ein. Diese Anordnung kann zur Untersuchung der Wirksamkeit des Galvanometers durch Einschaltung bekannter Widerstände in eine bekannte Elementenzahl und Berechnung der den jeweiligen Nadelausschlägen entsprechenden absoluten Stromstärke benutzt werden (E. Remak). Dagegen befindet sich bei Verstöpselung des mit „Batterie" bezeichneten Verschlusses das Galvanometer in dem den Körper enthaltenden Stromzweige und gestattet diese nach einer von E. Remak angegebenen vereinfachten Anordnung die Messung der Stromstärke auch bei Rheostatbenutzung.

Endlich ist noch ein Du Bois'sches Schlitteninductorium (auf der Abbildung rechts) mit dem Apparat verbunden, bei dem eine besondere Sorgfalt der Unterbrechungsvorrichtung zugewendet ist. Durch eine rechts am Schlittenapparat sichtbare Spiralfeder, welche am kürzeren Hebelarme des messingenen, um eine Axe drehbaren Stieles des Hammers angreift, besser als durch Federung des Stieles selbst, wird dieser letztere gegen die obere Platinspitze gedrückt. Je höher die Platinspitze geschraubt ist, desto grösser ist der Spielraum der Hammerschwingung, desto stärker muss die Spiralfeder angespannt werden, um den Hammerstiel gegen die Platinspitze zu drücken; desto länger dauert es, bis nach der vom Elektromagneten bewirkten Unterbrechung des inducirenden Stromes derselbe von neuem geschlossen wird, und um so langsamer folgen sich auch die einzelnen Inductionsschläge der secundären und primären Spirale. Zu schnellschlägigen Unterbrechungen wird die Platinspitze herabgeschraubt und die Spiralfeder entsprechend entspannt. Ausser durch Vermehrung des Spielraumes der Excursion des Hammerstieles kann durch Verlängerung desselben mittelst des in der Abbildung links erkennbaren M. Meyer'schen Kugelunterbrechers (eine verstellbare Verlängerung des Hammerstieles mit beschwerender Messingkugel am Ende) seine Schwingungszahl vermindert und damit die Stromschlägefolge verlangsamt werden.

Zu elektro-diagnostischen Untersuchungen ist es wünschenswerth, ohne Zeitverlust von denselben Klemmschrauben nach Belieben dem menschlichen Körper den primären oder secundären Inductionsstrom oder auch den galvanischen Strom zuleiten zu

können. Zu diesem Zwecke befinden sich unter der Tischplatte des abgebildeten Tableaus derartige Leitungen vom Schlittenapparat zum hinten links in der Abbildung sichtbaren Stromwechsler, dass, wenn die metallische Kurbel desselben den Contact *P* schliesst, der primäre, wenn sie den Contact *S* schliesst, der secundäre Strom durch die ganze metallische Leitung der Polenden *K* und *Z* so zugeführt wird, dass bei der Normalstellung des Stromwenders der mit *Z* (Zink) bezeichnete Pol die Kathode, der mit *K* (Kupfer) bezeichnete die Anode enthält. Durch Verstöpselung der vordersten Metallstöpselvorrichtung, welche in der Abbildung entsprechend bezeichnet ist, wird der von 2 Leclanché'schen Elementen gelieferte inducirende Strom geschlossen und damit der faradische Strom in Betrieb gesetzt, durch Herausziehen des Stöpsels sofort unterbrochen.

Ausser diesem sehr empfehlenswerthen grossen constanten Apparat waren und sind zum Theil noch im Gebrauch: die Remak'sche Zink-Kohle-Batterie, der Fromhold'sche Apparat, die Stöhrer'schen Zimmerbatterien mit Verschiebung, die Leclanché-Batterie von Kaiser und Schmidt in Berlin, die Brenner'sche Modification des Siemens-Remakschen Apparats u. s. w. Die Zahl der kleinen und grossen Apparate ist bereits Legion geworden; ich war bestrebt, die tauglichsten für ärztliche Zwecke herauszulesen, ohne damit die anderen nicht oder nicht ausführlich genannten für unbrauchbar erklären zu wollen. Es überschreitet nur den Raum eines Lehrbuches, alle zu behandeln.

X. Die Galvanokaustik.

Um die in der Galvanokaustik stattfindenden Vorgänge zu verstehen, muss man sich folgender physikalischer Thatsachen erinnern.

Jeder, auch ein kurz dauernder, natürlich noch mehr ein lange andauernder galvanischer Strom ruft in den von ihm durchflossenen Leitern eine Erwärmung hervor. Ein Schliessungsbogen jedoch, welcher aus verschiedenen Leitern besteht, z. B. Kupfer- und Platindrähten, erwärmt sich nicht gleichmässig, wovon man sich schon durch einfache Berührung überzeugen kann; bei sehr starker elektromotorischer Kraft der Elemente kommt höchstens das Platin und nicht das Kupfer zum Glühen. Diese Verschiedenheit in der Intensität der Reaction verschiedener Metalle rührt daher, dass die in den Drähten entwickelte Wärmemenge nicht nur der Stromstärke (bezw. deren Quadrate), sondern auch dem Widerstande, welchen der Strom in den Drähten findet, direct proportional ist. Es müssen also bei gleicher Stromstärke, wie in obigem Beispiele, die aus verschiedenen Metallen gefertigten Drähte des Schliessungsbogens

um so höher durch den durchziehenden Strom erhitzt werden, je schlechter sie selbst und je besser die übrigen Theile des Schliessungsbogens leiten, mit anderen Worten: es wird dasjenige Drahtstück am meisten erwärmt, dessen Leitungswiderstand höher ist, wie die der anderen Metalldrähte.

Von den im Schliessungsbogen am häufigsten verwendeten Metalldrähten aber stellen dem Strom den grössten Widerstand in den Weg die von Neusilber, sodann in absteigender Reihenfolge die von Platin, Eisen, Zink, Kupfer, Silber. Das Leitungsvermögen des Platin ist 10 Mal geringer, als das des Silbers.

Aus diesem Grunde also wird das im Schliessungsbogen befindliche Stück Platindraht stärker erwärmt, wie der Kupfer- oder ein Eisendraht. Die Erwärmung des Platindrahtes kann je nach seiner Kürze und Dünnheit durch alle Grade des Glühens bis zum Weissglühen und sogar bis zum Schmelzen gesteigert werden. Auf die Erhitzung des Platindrahtes wirken übrigens auch noch äussere Ursachen, z. B. abkühlende Medien, in denen der Draht liegt, erheblich modificirend ein; in einem luftleeren Raume ist z. B. das Glühen des Drahtes ein stärkeres, wie in einem luftgefüllten; da der Widerstand der Metalle bei steigender Temperatur zunimmt, so wird die Glühhitze durch das Glühen selbst vermehrt.

Um Instrumente, Drähte durch einen durchfliessenden Strom in eine solche Glühhitze zu bringen, dass man Körpertheile durch dieselbe rasch zerstören kann, dazu genügt die Elektricitätsmenge (elektromotorische Kraft) der oben zu den transportablen constanten Apparaten verwendeten, wenn auch zahlreichen, so doch zu kleinen Elemente nicht; dazu sind sehr grosse Elemente in geringerer Anzahl nöthig, welche einen geringeren inneren Widerstand bei sehr grosser elektromotorischer Kraftentwickelung besitzen (vergl. S. 189 bis 192 und S. 207). Aber auch bei solchen grossen Elementen, wie sie zu galvanokaustischen Batterien nothwendig sind, ist es je nach der Grösse und Dicke der Schlingen und Brenner an den galvanokaustischen Instrumenten angezeigt, die elektromotorische Kraft noch mehr durch Verminderung der Widerstände zu steigern. Man erreicht dies durch Vorrichtungen, die es rasch erlauben, die Elemente je nachdem ungleichnamig (zur Säule) oder gleichnamig (zur Kette) zusammenzustellen (vergl. S. 191); für dünne Drähte ist die ungleichnamige, für dicke die gleichnamige Zusammenstellung die beste. Man hat, um diesen Wechsel leicht herstellen zu können, verschiedene Einrichtungen ersonnen, die bei den einzelnen galvanokaustischen Batterien namhaft gemacht werden sollen.

Ob eine Batterie hinlänglich elektromotorische Kraft entwickelt, um einen Draht zum richtigen Erglühen zu bringen, muss man immer vor der Anstellung einer Operation durch einen unmittelbaren Versuch zu ergründen suchen. Nach v. Bruns wenigstens genügt hierzu nicht etwa die Messung der Stromstärke nach dem Grade einer abgelenkten Magnetnadel; denn derselbe fand, dass

bei dem gleichen Ausschlage der Magnetnadel verschiedene Batterien doch höchst ungleiche Erhitzungsgrade eines und desselben Platindrahtes hervorriefen. Bruns stellt daher als Gesetz auf: Bei galvanischen Batterien mit einer Stromstärke von dem gleichen Ausschlagswinkel an der Tangentenboussole zeigt der thermische Effect grosse gradweise Verschiedenheiten je nach der Grösse der Oberfläche der Elemente und je nach deren Verbindungsweise und ist bei einer Zusammensetzung der Batterien aus 2 Elementen grösser, wenn die ungleichnamigen, als wenn die gleichnamigen Metalle mit einander verbunden sind.

Galvanokaustische Apparate.

Seit Middeldorpf sind bereits eine so grosse Menge von galvanokaustischen Apparaten für die ärztliche und chirurgische Praxis construirt worden, dass es nicht mehr möglich ist, alle, sondern höchstens die praktisch brauchbarsten vorzuführen.

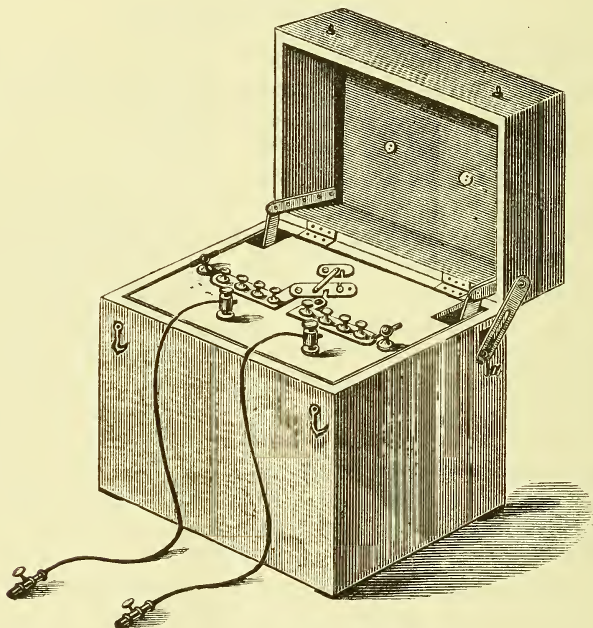
Von galvanokaustischen Apparaten mit 2 durch Thonzellen von einander getrennten Flüssigkeiten sind namentlich die Grove-schen Zinkplatinelemente (vergl. S. 203), die Bunsen'schen Zink-Kohle-Elemente (vergl. S. 203 und 204) und die Zinkeisenelemente von Middeldorpf, Stöhrer, Leiter, v. Bruns u. A. angewendet und empfohlen worden. Allein manche derselben haben für den ärztlichen Gebrauch so viele Uebelstände: umständliche Füllung und Reinigung, unangenehme und schädliche Dämpfe, theilweise auch Inconstanz und kurze Wirkungsdauer in Folge rasch eintretender Polarisation, dass man wohl nicht mit Unrecht die im Verhältniss zu ihren Vorzügen viel zu seltene ärztliche Verwendung der Galvanokaustik diesen Uebelständen zuschreibt. Ich selbst habe seit mehr als 10 Jahren eine vorzügliche Grove'sche galvanokaustische Batterie von Leiter in Wien in Besitz, die in einem Hartgummikasten sehr klein und handlich ist und nur eine mangelhafte Tauchvorrichtung besitzt; aber trotz der auch von den Physikern anerkannten Vorzüge gerade dieser Combination hat mich die Umständlichkeit der Anwendung nur selten zur Benutzung verlockt; bald war eine Thonzelle zerbrochen, bald dieser, bald jener Theil in Unordnung, namentlich die Tauchvorrichtung immer auslassend, während jetzt, wo ich im Besitz eines einfachen, handlichen, jeden Augenblick zu benutzenden Tauchapparats bin, fast kein Tag vergeht, an dem ich nicht galvanokaustisch operire. So viel ich weiss, ist es allen anderen Operateuren ebenso ergangen, und gegenwärtig sind fast ausnahmslos nur noch Elemente mit einer gemischten Flüssigkeit, meistens mit Bunsen'schen Chromsäureelementen, in Gebrauch. Ich führe folgende Apparate als besonders beachtenswerth an:

1) Die von Voltolini angegebene verbesserte Tauch-

batterie[1]) ist nach meiner Erfahrung die für den praktischen Arzt handlichste, billigste und daher empfehlenswertheste; und ist es nur Schade, dass der Kasten meist sehr schlecht gearbeitet ist und rasch auseinander fällt.

Man hebt aus dem Kasten (Fig. 66) an den beiden Haken die Elemente heraus, nachdem der Deckel vollständig zurückgeschlagen ist; dann nimmt man den Glastrog heraus und füllt diesen ein Wenig über die Hälfte mit einer Lösung aus einem Gewichtstheil doppelt chromsauren Kali, einem Gewichtstheil con-

Fig. 66.



centrirter, nicht rauchender, gewöhnlicher Schwefelsäure und zehn Gewichtstheilen gewöhnlichem Wasser. Man setzt nun den Trog wieder in den Kasten und senkt die Elemente in diesen. Sowie dies geschehen, macht man sofort den Deckel des Kastens zur Hälfte zu (wie Fig. 66), um den Trog dadurch von den Elementen zu entfernen, und befestigt an den Schrauben, welche sich auf dem Elementenbrett befinden, die Leitungsschnüre. Jetzt ist die Zusammensetzung der Batterie vollendet. Sowie man den Deckel mehr oder ganz öffnet, hebt sich der Trog zu den Elementen in

[1]) Verfertiger Herrmann Brade, in Firma Ernst Püschel, in Breslau, Hummerei No. 31, am Christophoriplatz. Preis der kleinen Batterie 55 Mark, der grossen Batterie 70 Mark.

die Höhe, und der galvanische Strom tritt sofort in Wirksamkeit. Macht man den Kasten wieder zu, so ist die Batterie sofort ausser Thätigkeit. Der Arzt kann sonach die Batterie während seiner Sprechstunde gefüllt auf dem Arbeitstische stehen lassen und hat jedesmal, wenn er eine Operation vornehmen will, nur nöthig, den Deckel zu öffnen. Somit empfiehlt sich diese kleine portative Batterie jedem Arzte, der dadurch in den meisten Fällen jedes Cauterium entbehren kann.

Durch den Schieber K_1 und S_2 (Fig. 67 und 68) kann man

Fig. 67.

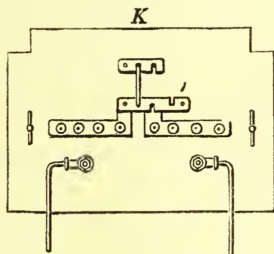
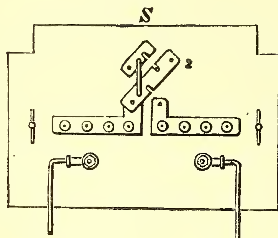


Fig. 68.



augenblicklich verschiedene Combinationen der Elemente herstellen. Figur *K* zeigt die Combination der Elemente zur Kette, der Schieber 1 steht gerade; hier sind alle Kohlen einerseits und alle Zinke andererseits unter einander verbunden. Diese Combination dient zum Erglühen aller mehr platten, blechartigen Platinarmaturen. *S* zeigt die Combination zur Säule, der Schieber 2 steht schräg; hier sind 4 Kohlen mit 4 Zinken, diese wieder mit 4 Kohlen und diese schliesslich mit den anderen 4 Zinken verbunden. Diese Combination dient zum Erglühen von runden Drähten (Schneideschlinge, Porzellanbrenner).

Bei dem Gebrauch der Instrumente gehe man mit den feinen Brennern, resp. feinen Drähten sehr vorsichtig um und öffne den Deckel des Kastens nicht gleich ganz, sondern neige ihn anfangs erst ein Wenig nach hinten über, wenn man nicht Gefahr laufen will, dass die feinen Brenner sofort schmelzen. Die Klammer *a* aussen an der Seite des Kastens (Fig. 66) dient dazu, den Deckel in jeder beliebigen Neigung zu fixiren.

Nach dem Gebrauch der Batterie lasse man die Elemente nicht im Kasten, sondern setze sie in ein Gefäss mit Wasser, um sie auszuwässern, jedoch so, dass das Elementenbrett nicht in's Wasser eintaucht. Man erneuere das Wasser ein oder zwei Mal, dann lasse man die Elemente trocknen. Letzteres ist aber nicht unbedingt nothwendig — wenn es auch besser ist —, sondern man kann im Nothfall auch die Elemente, nachdem man das Wasser so viel als möglich hat ablaufen lassen, sofort in den gefüllten Glastrog setzen, wenn man mit einer Operation Eile hat.

Die Zinkplatten müssen von Zeit zu Zeit, etwa alle 6 bis 8 Wochen — je nachdem man oft oder selten die Batterie benutzt — mit Quecksilber frisch amalgamirt werden. Zu diesem Zweck schraubt man die kleinen Messingschrauben, welche sich auf dem Elementenbrett befinden, ab, wonach man die Zinkplatten leicht herausnehmen kann. Diese legt man nun in ein Waschbecken und übergiesst sie mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 7 oder 10), dann übergiesst man sie mit regulinischem Quecksilber, welches sofort von dem Zink aufgenommen wird. Will man es noch inniger mit dem Zink vereinigen, so reibt man es mit einer Bürste oder einem Stück groben Papier gut in das Zink ein. Diese Art des Amalgamirens ist einfacher, billiger und durchaus kräftiger, als wenn man in den mit der chromsauren Kalilösung gefüllten Trog schwefelsaures Quecksilber zusetzt. Sind die Platten gut amalgamirt, so spüle man sie mit Wasser gut ab und lasse sie hierauf — wenn man keine Eile hat — eine Zeit lang in einem Gefäss liegen, weil von den Platten noch überschüssiges Qecksilber abträufelt, welches man wieder sammeln kann.

Die Glühwirkung dieser kleinen Batterie ist so ausserordentlich, dass die stärksten Middeldorpf'schen Instrumente, die nur mit 4 Middeldorpf'schen Elementen zum Glühen gebracht werden können, auf das Heftigste erglühen.

Was an dieser kleinen, portativen, äusserst wirksamen Tauchbatterie anderen Batterien gegenüber als ein Uebelstand erscheint, ist gerade ihr grosser Vorzug. Fast alle bis jetzt bekannten Tauchbatterien werden durch Kurbeln oder Gewichte aus der Flüssigkeit herausgehoben und in der Schwebe erhalten. Dies scheint ein grosser Vorzug zu sein, weil es sehr bequem ist; es ist aber in der Wirklichkeit ein Nachtheil, weil die Kohlen aller solcher Batterien durch Krystalle, die sich beim Trocknen absetzen, über kurz oder lang unbrauchbar werden. Es ist deshalb gerade ein Vorzug der obigen Batterie, dass sie schnell und leicht aus der Flüssigkeit gehoben und alsbald in Wasser gesetzt werden kann.

Voltolini hat denselben Apparat auch für den Inductionsstrom, den constanten Strom u. s. w. anpassen lassen, doch hat dies keine Vortheile, und ist es entschieden zweckmässiger und nicht theurer, für jeden dieser Zwecke auch einen eigenen Apparat zu halten (vergl. S. 207).

2) Die Bunsen'sche Zink-Kohle-Chromsäure-Batterie in der von v. Bruns angegebenen Modification[1]) besteht in ihrer gegenwärtigen Anordnung aus 2 Elementen, deren jedes aus je 1 kreuzförmigen Zinkguss- und 4 Kohleplatten besteht; in ihrer

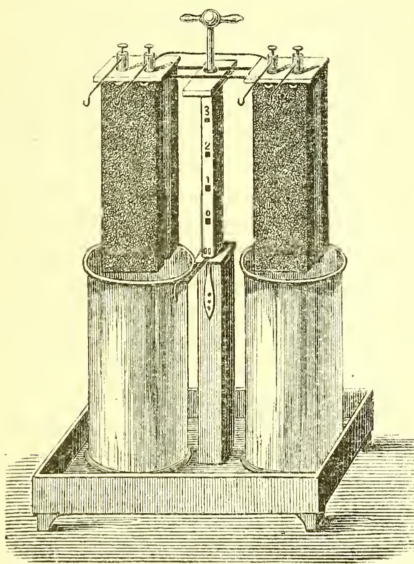
---

[1]) Bei dem Mechaniker E. Albrecht in Tübingen für 80 Mark zu beziehen; Batterie mit 4 Elementen kostet 125 Mark.

älteren Construction bestand jede Batterie aus 4 Elementen und jedes Element aus 1 Zink- und 2 Kohleplatten; durch die jetzige Verbesserung erzielte v. Bruns trotz der geringen Elementenzahl eine weit grössere Glühwirkung, so dass sie zu allen chirurgischen Operationen vollständig ausreicht.

Zur Aufnahme der 2 Elemente dient ein hölzernes Gestell, dessen Boden ein auf 4 kleinen Füssen ruhendes, mit einer schmalen Randleiste versehenes viereckiges Brett bildet von der Grösse, dass die eben erwähnten 2 Glasgefässe darauf Platz haben. In der

Fig. 69.



Bruns'sche Zink-Kohle-Chromsäure-Batterie älterer Construction mit geradflächigen Zinkplatten.

Mitte dieses Brettes erhebt sich eine im Innern hohle Säule von viereckiger Form, 36 Ctm. hoch. In der Höhlung dieser Säule läuft frei beweglich, aber genau passend, ein auf dem Querschnitt quadratischer Stab, welcher auf seinem oberen Ende einen horizontal liegenden Querbalken trägt und überdies mit einer kleinen T-förmigen Handhabe versehen ist, mittelst deren er in jener Säule bequem emporgehoben und hinabgelassen werden kann.

Auf der oberen Fläche des zuletzt erwähnten horizontalen Balkens sind 2 schmale Eisenstäbe mit ihrer Mitte so eingelassen und durch Schrauben befestigt, dass die sämmtlichen Platten der 2 Elemente, wenn sie mit ihren Holzbrettchen auf diese Eisenstäbe richtig aufgelegt sind, in die 2 Glasgefässe, ohne an deren

Wandung anzustossen, hinabreichen, und zwar so weit, dass sie in einer Strecke von 25 Ctm. in die Erregungsflüssigkeit eintauchen.

Diese einfache Vorrichtung gestattet jeder Zeit auf das Leichteste die 2 Elemente zusammen aus der Erregungsflüssigkeit emporzuheben oder in dieselbe bis zu jedem beliebigen Grade einzutauchen. Um nun aber auch die 2 Elemente in verschiedener Höhe innerhalb der Erregungsflüssigkeit und oberhalb derselben feststellen zu können, ist an der centralen Säule ein federnder Sperrhaken angebracht und an der entsprechenden Seite des beweglichen Centralstabes eine Anzahl Löcher eingelassen, in welche dieser Sperrhaken einfällt, sobald ihm bei dem Heben dieses Stabes (und damit natürlich auch der 2 Elemente) eines dieser Löcher gegenübertritt. Das freie Ende dieses Sperrhakens ist nämlich so geformt, dass der Haken bei dem Emporheben des Tragstabes aus dem eingenommenen Loche von selbst zurückweicht und so diese aufwärts gehende Bewegung ohne alles Hinderniss vorzunehmen gestattet, während er jede abwärts gehende Bewegung der Tragstange verhindert, sobald er in ein solches Loch der Tragstange eingeschnappt ist. Will man daher die Platten der Elemente hinablassen, um sie in die Erregungsflüssigkeit einzutauchen, so hat man zunächst mit der Linken den Hebelarm an der Basis des Sperrhakens an- oder abzuziehen, wodurch der Sperrhaken aus dem inne gehabten Loche herausgezogen wird, und kann man dann ganz nach Belieben mit der Rechten die Tragstange senken und heben.

Die zum Einschnappen des Sperrhakens bestimmten Löcher in der Tragstange, bezw. in der darauf befestigten eisernen Platte sind in der Art angebracht, dass, wenn der Sperrhaken in dem mit *0* bezeichneten Loche steht, das untere Ende der Platten gerade bis auf die Oberfläche der Erregungsflüssigkeit reicht, und dass, wenn der Sperrhaken in den mit *1*, *2*, *3* bezeichneten Löchern steht, je $^1/_3$, $^2/_3$ oder $^3/_3$ der Höhe der wirksamen Parthie der Platten in die Erregungsflüssigkeit hineinreichen, was also in Bezug auf die Grösse der erregten Plattenoberfläche einer Benutzung von 1, 2 oder 3 Elementen gleichkommt. Steht der Sperrhaken in dem mit *0* bezeichneten Loche, so befindet sich das untere Ende sämmtlicher Platten oberhalb der Erregungsflüssigkeit innerhalb des Glasgefässes; steht er dagegen in Loch *000* (wie in der Figur), so befindet sich das untere Ende aller Platten eine Strecke weit oberhalb des oberen Randes des Glasgefässes. Letztere Einstellung ist z. B. zum Wegnehmen und Reinigen des Glasgefässes, zum Auflegen der Glasdeckel etc. nöthig, während bei der Einstellung des Sperrhakens in Loch *00*, bei welcher die unteren Enden der Platten schon innerhalb des Glasgefässlumens sich befinden, der Vortheil erzielt wird, dass bei dem Herablassen der Platten ein Anstossen oder Gegenstemmen derselben gegen den oberen Rand der Glasgefässe sicher verhindert wird, was sonst leicht geschehen kann,

wenn die Glasgefässe nicht ganz genau centrisch unterhalb der Platten stehen.

Je nachdem schwächere oder stärkere Glühwirkung nothwendig ist, verwendet v. Bruns zwei Lösungen, eine schwache und eine starke.

Die Menge der Erregungsflüssigkeit, welche zur Füllung eines Elements nöthig ist, beträgt 4000 Cctm. = 4 Liter, somit für die 2 Elemente 8000 Cctm. = 8 Liter. Die schwache Lösung enthält in je 4 Liter 250 Grm. Kali bichromicum und 500 Grm. Acidum sulfuricum anglicum (von 1,83 spec. Gew.), während die starke Lösung in derselben Flüssigkeitsmenge das doppelte Gewicht der beiden genannten Stoffe, nämlich 500 Grm. Kaliumbichromat und 1000 Grm. englischer Schwefelsäure enthält.

Die Bereitung dieser Erregungsflüssigkeit geschieht in der Weise, dass zunächst die zur Herstellung der beabsichtigten Lösung erforderliche Menge von Kaliumbichromat, also 1000 Grm. oder 1 Kilo zur Herstellung der starken Lösung, in einem passenden Gefässe von Steingut mit so viel heissem, von Kalk freiem Wasser übergossen und umgerührt werden, als nöthig ist, um diese Salzmenge vollständig aufzulösen, wozu ungefähr 6 Liter heissen Wassers gehören dürften. Dies geschehen, wird die entsprechende Menge englischer Schwefelsäure, bei der Bereitung der starken Lösung 2 Kilo, hinzugesetzt, was der dabei eintretenden starken Erhitzung der Flüssigkeit wegen sehr vorsichtig und in mehrfachen grösseren Zeitintervallen geschehen muss. Ist dann diese Mischung wieder kühler geworden, so setzt man ihr noch so viel heisses Wasser hinzu, dass die ganze Flüssigkeitsmenge nun das vorgeschriebene Quantum von 8 Liter beträgt.

Die so hergestellte Erregungsflüssigkeit stellt eine vollkommen klare Flüssigkeit von schön purpur- oder rubinrother Farbe dar, welche sich in verschlossenen Glasgefässen Jahre lang unverändert aufbewahren lässt; nur wenn dieselbe im Winter an einem kalten Orte steht, scheiden sich rothe Krystalle von Kaliumbichromat in verschiedener, dem Grade der Kälte entsprechender Menge aus und setzen sich dem Boden und der Wandung des Glasgefässes ziemlich fest an, so dass sie nur mit Mühe davon abgelöst werden können; durch Erwärmen der Flüssigkeit können dagegen diese Krystalle sehr bald wieder aufgelöst werden.

Das Mengenverhältniss der einzelnen Bestandtheile dieser Flüssigkeit zu einander betreffend, so stellt sich heraus, dass sich die Schwefelsäure zum Wasser verhält

in der schwachen Lösung wie 1 : 13 dem Volum,
wie 1 : 7 dem Gewicht nach,
in der starken Lösung wie 1 : 6 dem Volum,
wie 1 : 3 dem Gewicht nach.

Das Kalium bichromat verhält sich zu der aus Wasser und Schwefelsäure bestehenden Flüssigkeit

in der schwachen Lösung wie 1 : 52 dem Volum,
wie 1 : 16 dem Gewicht nach,
in der starken Lösung wie 1 : 25 dem Volum,
wie 1 : 8 dem Gewicht nach.

3) Hedinger empfiehlt als noch zweckmässiger, denn die vorige, eine von Baur in Stuttgart[1]) verfertigte modi-

Fig. 70.

ficirte Bunsen'sche Chromsäurebatterie (Fig. 70), welche sich von der Bunsen'schen und Bruns'schen dadurch unterscheidet,

[1]) G. Baur in Stuttgart liefert obige Batterie von 6 Elementen mit allen Beigaben um 250 Mark. Die 6 Gläser fassen 24 Liter Flüssigkeit. Die Kosten einer Batteriefüllung belaufen sich auf 5 — 6 Mark. Kleinere ähnliche Apparate für selteneren Gebrauch sind zu haben für 80 und 120 Mark.

dass die wirksame Oberfläche der Kohle $2^1/_2$ Mal so gross ist, wie die des Zink. Die Flüssigkeit ist genau die Bunsen'sche Mischung von doppelt chromsaurem Kali mit Schwefelsäure und Wasser (S. 204).

Die Batterie besteht aus 6 grossen Zink-Kohle-Elementen mit Senk- und Hebevorrichtung, Strommesser, Umschalter und Stromregulator.

Die hierzu verwendeten Kohlen sind hohle Cylinder von 360 Mmtr. Höhe, 125 Mmtr. äusserem Durchmesser und 85 Mmtr. Lichtweite. Innerhalb derselben ist das Zink in Form einer starken ebenso hohen Platte angebracht. Die Kohlecylinder selbst sind mit starken Kupferringen, an welchen Schrauben angelöthet sind, die zugleich als Träger und leitende Verbindung dienen, gefasst, und tauchen beim Gebrauch in entsprechend hohe, starke Gläser, Thon- oder Asphaltgefässe ein, in welchen die Erregungsflüssigkeit sich befindet.

Die Hebe- und Senkvorrichtung ist bequem zu handhaben und geschieht durch Drehen einer Kurbel, welche in Verbindung mit einer starken Eisenwelle und Tragriemen ist, so dass die Einsenkung beliebig tief erfolgen kann, indem die Arretirung durch Sperräder mit Sperrkegel bewerkstelligt wird. Ueber der Batterie befindet sich fest mit dem Gestell verbunden eine Tischplatte, auf welcher der Strommesser, Umschalter und Stromregulator aufgeschraubt sind; ausserdem ist noch Raum genug vorhanden zur Placirung der nöthigen Ansätze.

Der Strommesser ist eine Art Galvanometer (nach beiden Seiten auf 90 Theile graduirt), mt geringem Widerstand, hergestellt durch Drahtseile resp. Kupferstreifen, an dem sich mit Leichtigkeit durch Ablesen erkennen lässt, ob und in welcher Stärke der elektrische Strom vorhanden ist (Fig. 70 *a*).

Der Umschalter hat den Zweck, die Elemente verschieden zu verkuppeln, d. h. dieselben entweder ungleichnamig oder gleichnamig, d. h. entweder 6 Elemente gleich 3 grösseren oder gleich 2 noch grösseren oder einem sehr grossen einzuschalten. Die Umschaltung geschieht einfach mittelst einer Stöpselvorrichtung (Fig. 70 *b*), unter der die Drahtverbindung mit den Elementen einmündet.

Der Stromregulator (Fig. 70 *c*) besteht aus Widerstandsrollen mit kurzen und langen Drähten, dient zur Verstärkung, bezw. Schwächung des Stromes und stellt einen auf 5 Einheiten graduirten Rheostaten (entweder in Form des bekannten Schlittens oder der bei den constanten Batterien so beliebten Kurbelrheostaten) dar. Letzterer Hülfsapparat ist nach Hedinger's Ansicht unentbehrlich, da er bei sehr starkem Strom das Schmelzen des Platins verhindert, was leicht vorkommen kann, wenn man kurze Zeit nach einander mit Instrumenten von verschiedener Dicke und deshalb verschiedenem Leitungsvermögen zu arbeiten hat. Er macht

ausserdem die umständliche und unzuverlässige Regulirung durch tieferes oder weniger tiefes Eintauchen der Elemente in die Flüssigkeit entbehrlich.

Sämmtliche Theile sind durch angeschraubte Kupferstreifen fest und unlöslich verbunden, so dass keine Unregelmässigkeiten von dieser Seite aus entstehen können. Der Apparat kann ohne Schaden stets im Zimmer bleiben, da selbst bei der längeren Benutzung keine Säuredämpfe entstehen. Durch leicht bewegliche Laufrollen lässt er sich übrigens überall hin dirigiren.

Ist einmal der Apparat gefüllt, so hat man sich um den stromgebenden Apparat überhaupt viele Wochen lang nicht mehr zu bekümmern, höchstens alle 4—6 Wochen verdünnte Schwefelsäure im Verhältniss von 1 : 20 in dem Maasse nachzufüllen, wie die wässerige Flüssigkeit verdunstet, damit zu gleicher Zeit die etwaigen krystallinischen Niederschläge von chromsauren Salzen sich wieder auflösen, was übrigens bei exacter Füllung nicht eintritt. Bei starkem Gebrauch der Batterie müssen die Kohlecylinder alle 2 bis 3 Monate ausgelaugt, d. h. in warmes Wasser, welches so oft erneuert werden muss, bis die Flüssigkeit nicht mehr gefärbt erscheint, gestellt werden, um die Poren der Kohle, in welcher sich Chromalaune niederschlagen, von denselben wieder zu befreien. Doch kann dieses Vorkommniss jederzeit durch Beobachtung des Strommessers, d. h. wenn der Zeiger unter die bei der vollen Glühwirkung sich ergebenden Grade herabgeht, erkannt werden.

Wer den Apparat stark benutzt, die Kosten nicht zu scheuen hat, schafft sich am besten doppelte Kohlecylinder an, welche von Zeit zu Zeit nach Angabe des Strommessers mit den angeschraubten Kohlen zu vertauschen sind.

Die Batterie macht einen 12 Ctm. langen, $^1/_2$ Mmtr. dicken Platindraht weissglühend, 20 Ctm. rothglühend und bleibt bei Gebrauch der eben erwähnten Vorsichtsmassregeln in nahezu gleicher Stärke beliebig lange Zeit. Nach 5—6 Stunden ist eine Schwächung des Stromes bemerklich, eine Zeitdauer, welche wohl nie zu einer Operation in einer Tour erfordert werden wird, und welche man mit Zuhülfenahme der Tauchvorrichtung noch viel länger ausdehnen könnte. Verminderung der Stärke lässt sich mit Hülfe des Strommessers ohne Schwierigkeit nachweisen, und es kann in diesem Falle bei richtigem Verständniss des Apparats der Fehler leicht entdeckt werden, da alle Theile desselben dem Auge zugänglich sind. Da übrigens die Verbindungen sehr solide gemacht sind, so kann es sich, immer die richtige Füllung vorausgesetzt, hierbei nur um ein Angegriffensein der Zinkcylinder handeln, welche einmal im Jahre frisch zu amalgamiren sind (bei nicht täglichem Gebrauch genügen $1^1/_2$ Jahre), was übrigens jeder Arzt mit leichter Mühe selbst besorgen kann. Andernfalls findet lebhafte Gasentwickelung

statt, wodurch nicht blos das Zink zerfressen, sondern auch der Strom sehr geschwächt wird.

Die Vortheile dieser Batterie vor anderen ähnlichen sind nach Hedinger:

a. Die Vortheile der Batterie mit einer Erregungsflüssigkeit überhaupt. Bei nahezu gleicher Stärke grössere Einfachheit der Construction, selten nöthige Füllung, Billigkeit des Betriebes, Möglichkeit, jeden Augenblick ohne Vorbereitung zu operiren, keine Säuredämpfe.

b. Grössere Stärke, längere Constanz, leichtere und einfache Handhabung, weil die Säure nicht entfernt wird.

c. Die Möglichkeit einer genauen Regulirung und Messung der Stromstärke mittelst der Nebenapparate. Vermöge der Einfachheit der Construction sind Störungen fast unmöglich und können mittelst der Nebenapparate mit Leichtigkeit entdeckt werden. Die Vortheile, welche v. Bruns der von ihm beschriebenen Batterie vindicirt, theilt sie nach Hedinger mit seiner modificirten Bunsen'schen; nur besitze letztere diese Eigenschaften in erhöhtem Maasse, besonders was die Andauer der Glühwirkung und ihre Gleichmässigkeit betrifft. In Bequemlichkeit der Handhabung stehe jene der seinigen wohl unstreitig nach. Der graduirte Strommesser zeigt mit Sicherheit die jeweilige Stromstärke, während die Umschalter auf die leichteste Art verschiedenartige Verkuppelung mit Brenner'scher Stöpselung bewerkstelligen lässt. Besonders der Stromregulator ist nützlich und macht das umständliche tiefere oder weniger tiefe Eintauchen entbehrlich, da hierzu nur eine kleine Fingerbewegung auf dem Schlitten oder an der Kurbel nöthig ist.

4) Noch vorzüglicher, weil keine Flüssigkeit nöthig machend, ist nach Hedinger die Gramme'sche Magneto-Elektricitäts-Maschine[1]), durch welche Ströme von sehr beträchtlicher Stärke ohne complicirten und leicht dem Verderben ausgesetzten Commutator stets in der gleichen Richtung erhalten werden können.

Eine von Baur in Stuttgart construirte derartige Maschine (Fig. 71) hat nach Hedinger folgende Construction:

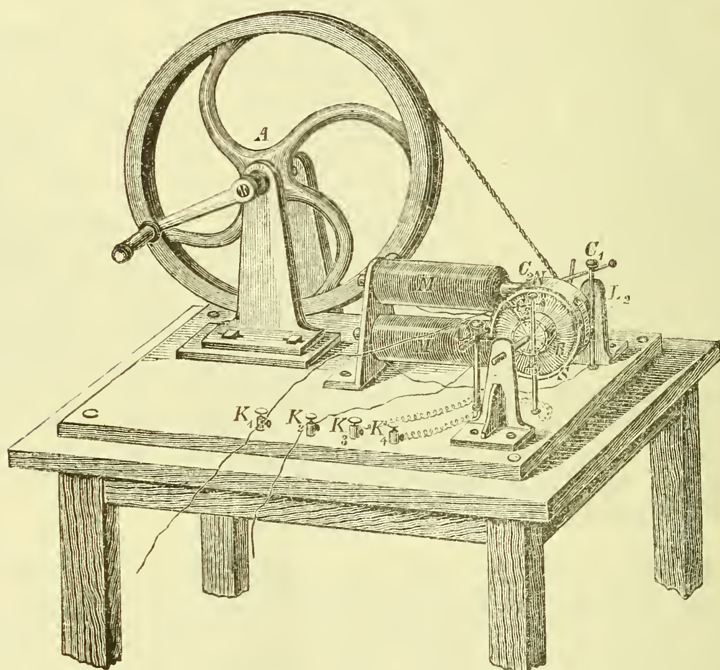
M M ist ein starker, stabiler Elektromagnet, zwischen dessen halbringförmigen Polenden *N* und *S* ein Elektromagnetring *R* (um welchen Drähte spiralförmig und in Bündeln gewunden sind) mit Hülfe des Schwungrades *A* durch Handbetrieb in rasche Rotation versetzt werden kann. *L* sind Kupferstäbe, welche im Kreise herum gesetzt, jedoch von einander isolirt sind, so dass sie eine cylindrische Kupferwalze bilden. Diese aus Kupferstäben zusammen-

---

[1]) G. Baur in Stuttgart liefert die grössere Sorte der Gramme'schen Maschine für Handbetrieb um 400 Mark, für Maschinenbetrieb je nach Grösse um 450, 550, 750, 900 Mark.

gesetzten Walzen befinden sich auf beiden Seiten des Elektromagnetringes und sind mit den Drahtbündeln in Verbindung, und zwar so, dass 15 Drahtbündel mit den Kupferstäben L_1 auf der einen und 15 Drahtbündel mit den Kupferstäben L_2 auf der anderen Seite (auf der Abbildung unsichtbar) verbunden sind; abwechselungsweise ist das eine Bündel mit der einen, das nächstfolgende mit der anderen Seite in Verbindung. Sämmtliche 15 Bündel einer

Fig. 71.



Seite sind mit einander in der Weise verbunden, dass das Ende des einen an den Anfang des anderen angelöthet ist, so dass das Ganze eine geschlossene Spirale ohne Anfang und Ende bildet. Die Kupferstäbe L sind stets an der Verbindungsstelle zwischen dem einen und dem nächstfolgenden Bündel in sicherem Contact. C_1, C_2, C_3, C_4 auf der Zeichnung sind Pinsel von Kupferdraht, welche leicht an den Kupferwalzen anliegen und hierdurch die Verbindung vermitteln. Der innere Kern des rotirenden Elektromagnetringes R ist ein flacher Eisenring, auf welchem die Drahtwindungen aufgewickelt sind, und es bestehen die Drahtbündel der einen Seite aus ziemlich starkem, die Bündel der anderen Seite aus sehr feinem Kupferdraht.

Der Drahtpinsel und Träger C_1, durch Berührung mit der Kupferwalze mit den Bündeln aus dickem Draht in Verbindung, steht mit dem Anfange der Drahtwindungen des stabilen Elektromagneten M, das Ende der Drahtwindungen des letzteren jedoch mit der Drahtklemme K_1 und der andere Pinsel C_2 mit der Drahtklemme K_2 direct in Verbindung. Die Drahtpinsel der anderen Seite, durch die Kupferwalze mit den Drahtwindungen aus sehr feinem Kupferdraht in Contact, stehen in leitender Verbindung mit den Klemmen K_2 und K_3. Der Drahtpinsel C_1 liegt leicht an der Kupferwalze an und vermittelt hierdurch die leitende Verbindung zwischen den auf den Elektromagnetring R aufgewickelten Drahtbündeln aus dickem Kupferdraht und dem Pinselträger, an welchen der Anfang der Drahtwindungen des stabilen Elektromagneten M angeschraubt ist. Das Ende der Drahtwindungen des letzteren ist mit Klemme K_1 fest verbunden. Von dem Drahtpinsel C_2 und Träger führt eine Kupferdrahtleitung direct zur Klemme K_2.

Durch den Elektromagneten M wurde einmal der elektrische Strom einer galvanischen Batterie oder auch magneto-elektrischen Maschine geleitet, wodurch Magnetismus darin erzeugt wurde. Nach dem Unterbrechen des Stromes ist der Magnetismus wieder bis auf einen kleinen Theil, welchen jedes einmal magnetisch gemachte Eisen zurückbehält, verschwunden. Dieser schwache remanente Magnetismus bleibt fortwährend in den Eisentheilen, selbst wenn man die Maschine ganz auseinander nimmt. Werden die Klemmen K_1 und K_2 durch einen Kupferdraht mit einander verbunden und die Maschine in rasche Rotation versetzt, so wird sich auch nach den Gesetzen der Magneto-Induction in dem Elektromagnetring R ein elektrischer Strom erzeugen, welcher vom Drahtpinsel C_1 durch die Drahtwindungen des Elektromagneten M zu Klemme K_1, durch den eingeklemmten Kupferdraht zu Klemme K_2 und zurück zu Pinsel C_2 gehen muss. Hierdurch wird im Elektromagneten M ein stärkerer Magnetismus, im Elektromagnetring R wieder ein kräftigerer Strom, in Folge dessen wieder stärkerer Magnetismus und noch stärkerer Strom u. s. f. erzeugt, so dass man nach wenigen Drehungen das Maximum von Strom und Magnetismus, den überhaupt die Maschine zu liefern im Stande ist, erhält.

Dieser Strom, hervorgerufen durch Rotation eines Elektromagneten von dickem Draht, also mit geringem Widerstand, ist quantitativ gleich circa 3—4 Bunsen'schen Elementen.

Wird nun die Klemme K_1 mit K_2 durch einen schlechteren Leiter, z. B. Platin- oder Eisendraht, Platinschlinge, Platinbrenner, Platinmesser verbunden, so werden dieselben bei raschem Drehen der Maschine in heftiges Glühen gerathen, so dass man dann damit die nöthigen Operationen ausführen kann. Wird Klemme K_1 mit Klemme K_2 durch einen dicken Kupferdraht verbunden (bequemer ist ein Stöpsel- oder Kurbeleinschalter) und die Maschine

rasch gedreht, so wird ein bedeutender Magnetismus im Elektromagneten M erregt und in den Windungen von feinem Draht ebenfalls ein starker elektrischer Strom erzeugt werden. Dieser Strom von den Drahtpinseln C_3 und C_4 aufgenommen und zu K_3 und K_4 geleitet, kann dort abgeleitet werden; derselbe hat entgegengesetzt dem zuerst erzeugten Strome, weil er durch Windungen von sehr feinem Draht hervorgerufen worden, einen bedeutenden Widerstand, ist sehr intensiv und entspricht einem Batteriestrom von circa 40 Meidinger'schen Elementen.

Diesen Strom kann man beim gleichzeitigen Vorhandensein eines Rheostaten als sogenannten constanten Strom anwenden. Allerdings braucht die Maschine zum vollen Betriebe die Kraft eines Mannes. Steht jedoch dem Arzte, wie in den meisten Spitälern, eine Dampfkraft zur Verfügung, so ist nach Hedinger's Meinung die Anwendung derselben nicht nur das sicherste, sondern auch das billigste Mittel, um über elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke zu verfügen. Durch Anwendung eines besonderen Rheostaten mit Strommesser können die Ströme auf's Genaueste nach Belieben regulirt werden.

Gustav Baur hat Maschinen gebaut, mittels deren man nicht nur einen Platindraht von 2 Mmtr. Dicke auf 1 Meter Länge, sondern auch mit eben derselben unter Beihülfe eines Rheostaten einen solchen von $^1/_2$ Mmtr. Dicke auf wenige Centimeter Länge gleichmässig in heftigem Glühen erhalten werden konnte. Es ist nach Hedinger's Meinung durch diese Maschine der Anwendung des elektrischen Stromes ein grosser Vorschub geleistet namentlich in grossen Heilanstalten, weil dadurch alle die Widerwärtigkeiten, mit welchen man bei Säurebatterien zu kämpfen hat, wegfallen.

Der Hauptvortheil dieser Maschine ist der, ohne Säuren zu arbeiten, stets einen unfehlbar constanten Strom erzeugen zu können, so viel wie gar keine Betriebskosten zu erfordern und Reparaturkosten zu ersparen. Denn wenn ein Gramme'scher Apparat einmal hergestellt ist, so ist — grobe Verstösse gegen die Mechanik von Seiten des Besitzers abgerechnet — eine Reparatur wohl auf sehr lange Zeit auszuschliessen. Hedinger, seit 3 Jahren im Besitze dieser Maschine, glaubt behaupten zu können, dass wer einmal mit der Behandlungsweise derselben vertraut ist, sich auf sie unter allen Umständen verlassen kann. Die Stärke der Glühwirkung sei bei seinem Apparat die gleiche, wie beim modificirten Bunsenschen. Die Sicherheit und Gleichmässigkeit sei grösser, als die aller Batterien, da sie in directem Verhältniss zu der Menge der Umdrehungen des Rades steht. Mit Dampfkraft betrieben sei die Gramme'sche Maschine der bis jetzt vollkommenste Apparat der Galvanokaustik.

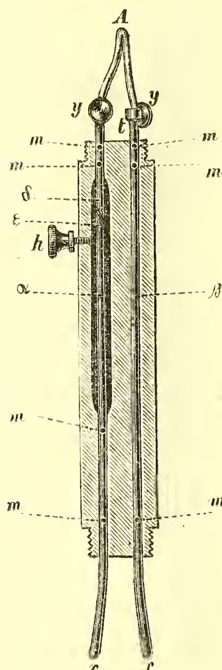
H. hat dieselbe neben seinem Sprechzimmer aufgestellt und durch Kupferdrähte mit dem Orte, wo er zu operiren pflegt, verbunden, so dass der Kranke nicht durch das Geräusch der Maschine

(beim Radtreiben) belästigt wird. Er benutzte dieselbe nicht so häufig, als die modificirte Bunsen'sche Chromsäure-Batterie, weil ihm diese für gewöhnlich vollständig genügt. Doch hat sie, wenn von H. benutzt, nie fallirt, und ebenso bei den besonders im letzten Jahre von ihm häufig gemachten Demonstrationen vor in- und ausländischen Collegen stets die gleiche Stärke der Glühwirkung über die Zeit der Verwendung (viele Minuten) gezeigt, kann aber, ohne eine Schwächung zu zeigen, sehr lange Zeit (bis jetzt noch unbestimmt lange), also mindestens viel länger, als jede Operation dauert, benutzt werden, so lange jedenfalls, als die treibende Kraft die gleiche bleibt. Wie einerseits hierin die Stärke des Apparats liegt, so wird dies für manchen, dem ein ohne Assistent zu benutzender Apparat als der vollkommenste vorschwebt, als ein Nachtheil erscheinen.

Galvanokaustische Glühinstrumente.

Um die Brenner und Schneideschlingen in der Hand zu halten und dieselben beliebig in's Glühen oder zum Erkalten zu bringen, die Schlingen zuzuziehen u. s. w. hat man eigene Handgriffe nöthig, und zwar entweder Einen Universalhandgriff, wie solche von Voltolini, v. Bruns construirt worden sind, oder je einen Handgriff für alle Brenner und einen für die Schneideschlingen; es sind solche von Middeldorpf, Voltolini, v. Bruns, Burow, Schech u. A. nach ähnlichem Princip und in ziemlich gleicher Vorzüglichkeit construirt worden.

Fig. 72.

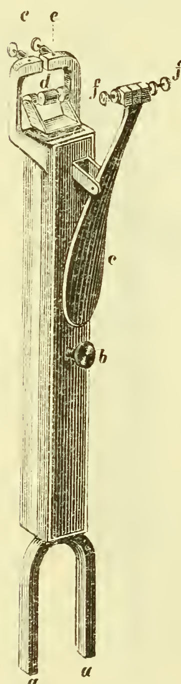


Durchschnitt durch den Middeldorpf'schen Galvanocauter in $^1/_2$ natürlicher Grösse.

Der Middeldorpf'sche Handgriff zu seinem Galvanocauter (Fig. 72), das erste derartige Instrument, ist das Vorbild aller folgenden geblieben. Es ist ein achteckiges, 10 Ctm. langes, 2 Ctm. dickes Stück Ebenholz, in der Mitte längs durchgetrennt, jedoch mittelst zweier an beiden Enden aufgeschraubten Elfenbeinringe fest uud genau zusammengehalten. Die nebeneinander durchgehenden, 4 Mmtr. dicken, galvanisch vergoldeten Kupferdrähte sind in beide Ebenholzstücke zur Hälfte eingelassen und durch die Stifte *m* befestigt. Ihre unteren, 34 Mmtr. vorstehenden Enden *r* sind $3^1/_2$ Mmtr. in's

Quadrat viereckig und stehen 8 Mmtr. im Lichten so auseinander, dass sie leicht das Aufstecken der viereckig angelochten Leitungsdrahtenden gestatten. Oben prominiren sie 12 Mmtr. und tragen zwei 7 Mmtr. dicke, 4 Mmtr. hohe Messingköpfe *t* mit 2 Mmtr. weiten Bohrungen und den seitlichen Schrauben *y*. In die Bohrungen passt das 26 Mmtr. lange, vorn breit geschlagene Platinstück *A* aus 1 Mmtr. starkem Drahte und wird daselbst durch die Schrauben befestigt. Der obere Draht *α* ist bei *ε* schräg durchschnitten; sein hinteres Ende federt nach oben ab, wo das Ebenholz ein wenig ausgearbeitet ist. Durch den 2 Ctm. vom vorderen Ende befindlichen Elfenbeinkopf *h* kann es hinab und an das Stück *δ* angedrückt werden, wodurch die Kette geschlossen, beim Nachlassen durch das elastische Abfedern des Drahtes aber geöffnet wird. Behufs des Gebrauches werden an die viereckigen Enden *r r* die Leitungsdrähte der Batterie aufgesteckt und die Daumen auf den Kopf gesetzt. Sowie man diesen hinabdrückt und die Kette schliesst, beginnt das Platina roth und endlich weiss zu glühen und beim Oeffnen ziemlich schnell wieder zur Metallfarbe zurückzukehren.

Fig. 73.



Der Voltolini'sche Universalhandgriff in $^1/_2$ natürlicher Grösse.

Der Voltolini'sche Universalhandgriff, an den sämmtliche Operationsinstrumente für Rachen, Nase, Kehlkopf angeschraubt werden können (Fig. 73).

Der Schliessungsknopf *b* muss sehr leicht federn, damit die Schliessung des Stromes leicht, schnell und ohne Kraftanstrengung bei leisem Druck mit dem Finger vor sich geht und der Schluss ebenso schnell, durch Zurückweichen der Feder, aufgehoben wird. Den Hebel *c* hat V. als die zweckmässigste Einrichtung erprobt, mittelst Druck des Fingers auf denselben die galvanokaustische Schlinge zusammenzuschnüren. Man hatte mehrfach den Einwand gemacht, ob es nicht zweckmässiger wäre, statt des Hebels eine Feder anzubringen, welche schnell, d. i. mit einem Male die Schlinge zuschnüre. Jedoch ist eine Feder eine todte Kraft, welche gleichsam blindlings die Schlinge zusammenziehen würde, und zwar, weil sie kräftig wirken müsste, die Gefahr mit sich brächte, die Schlinge zu zerreissen, wenn diese sich etwas verbogen hätte. Dagegen wirkt der Hebel als lebendige Kraft, weil der Operateur es jeden Augenblick in der Gewalt hat, mit dem Druck nachzulassen. V. ist deshalb bei dem Hebel geblieben. Man hat ferner gerathen, den Schliessungsknopf *b*

unter das untere Ende des Hebels anzubringen, um gleichzeitig den Strom zu schliessen, wenn der Hebel *c* die Schlinge zugeschnürt hat. Auch dieser Rath ist nur aus theoretischer Anschauung entsprungen und nicht aus der Praxis. Würde gleichzeitig der Schluss des galvanischen Stromes durch Druck auf den Knopf *b* erfolgen, so würde stets sofort ein Erglühen der Schlinge eintreten, so wie diese zusammengeschnürt wird. Es kommt aber nicht selten vor, dass man glaubt, das Gewächs mit der Schlinge erfasst zu haben, ohne dass dies wirklich geschehen; in solchem Falle würde also das Erglühen der Schlinge nicht blos unnöthig, sondern auch nachtheilig sein, weil man die gesunden Organe verbrennen würde. Ausserdem ist es eine rein theoretische Anschauung, wenn man glaubt, es sei nöthig, jedesmal gleich den Strom zu schliessen, sobald die Schlinge zugeschnürt ist.

An dem oberen Ende des Hebels *f f* befinden sich zwei Schrauben zur Befestigung des Drahtes der Schlinge. V. empfiehlt es dringend, den Draht, namentlich die Drahtsaiten an der Stelle, wo sie an *f f* angeschraubt werden, zu glühen, damit sie hier nicht brechen. *a a* sind Zapfen, an welche die Leitungsschnüre angeschraubt werden, *d* eine Rolle, um welche die Schlinge läuft, *e e* Löcher, in welche die Leitungsröhren und andere Instrumente eingeschraubt werden.

Obwohl, wie oben bemerkt, der Handgriff so eingerichtet ist, dass alle hier in Betracht kommenden galvanokaustischen Instrumente an denselben angeschraubt werden können, so ist es doch der Bequemlichkeit halber zweckmässig, noch einen zweiten Handgriff zu besitzen, um nicht nöthig zu haben, wenn eine Schlinge am Handgriff befestigt ist, diese erst wieder zu entfernen, wenn man ein anderes Instrument schnell anschrauben will.

Fig. 74.



Voltolini's einfach. Handgriff 1/2 natürlicher Grösse.

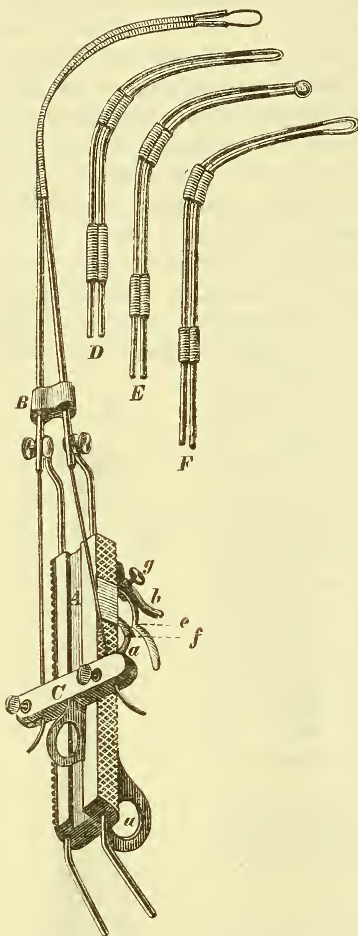
Der Voltolini'sche einfache Handgriff für Brenner (Fig. 74) ist genau wie der Middeldorpf'sche, nur schlanker construirt.

Der Bruns'sche Universal-Handgriff (Fig. 75) besteht ebenfalls, wie die vorigen, aus einem von Drähten durchbohrten Handgriff, der auf seiner oberen Fläche mit einer schwalbenschwanzförmig ausgeschnittenen, breiten, an beiden Enden frei auslaufenden Furche versehen ist, welche zur Aufnahme der zur Verkleinerung der Platindrahtschlinge bestimmten Vorrichtungen dient. An der unteren Seite des Handgriffes sind 2 elfenbeinerne Ringe *a a* befestigt, in welche die beiden

das Instrument haltenden Finger (Daumen und Mittelfinger) hineingesteckt werden.

An dem vorderen Ende des Handgriffes ragen die beiden vorderen Enden der beiden Leitungsstäbe ebenfalls um 3—4 Ctm. weit hervor, laufen jedoch parallel neben einander fort und endigen, nachdem sie unter einem stumpfen Winkel von ungefähr 130 Grad aufwärts gebogen sind, je mit einer kleinen, 1—1$\frac{1}{2}$ Ctm. langen Anschwellung, die der Länge nach zu einer 3—4 Mmtr. weiten Röhre ausgehöhlt ist, welche Röhre jedoch mit einer 1$\frac{1}{2}$—2 Mmtr. breiten Spalte auf der oberen Fläche dieser Anschwellung frei mündet. Ausserdem findet sich in der äusseren Seite dieser Anschwellung ein Schraubengewinde zur Aufnahme einer Schraube mit Knopf, durch welche das in die eben erwähnte Rinne oder Röhre hineingesteckte Ansatzstück sicher fixirt werden kann.

Fig. 75.



v. Bruns' Universalhandgriff mit Doppelröhren *(B)*. $\frac{1}{4}$ natürlicher Grösse.

Von den beiden den hölzernen Handgriff durchsetzenden Leitungsstäben läuft der zur Linken gelegene Stab ohne Unterbrechung durch den ganzen Handgriff hindurch, während der rechtsseitige Stab an einer Stelle, etwa 3 Ctm. von dem vorderen Ende des Holzgriffes entfernt, in schräger Richtung von oben und hinten nach vorn und unten schräg durchschnitten ist. Zugleich ist das vordere Ende des hinteren längeren Stückes federnd gemacht und in der zu diesem Zwecke erweiterten Stelle des Canals in dem Handgriff etwas abwärts gebogen, so dass seine Schnittfläche $\frac{1}{2}$—1 Mmtr. weit von der entsprechenden schrägen Schnittfläche des hinteren Endes des vorderen Stückes dieses Stabes absteht. Bei diesem Stande der beiden Schnittflächen findet natürlich keine Leitung des elektrischen Stromes durch diesen getheilten Leitungsstab hindurch statt, sondern diese geht nur dann

vor sich, wenn und so lange als die Schnittfläche des hinteren Stückes an die Schnittfläche des vorderen Stückes angedrückt erhalten wird.

Zu diesem Zwecke ist eine Vorrichtung angebracht, welche einem doppelten Zwecke genügen soll, nämlich erstens dem, die Kette in dem Handgriff durch den leisesten Fingerdruck schliessen zu können, und zwar so, dass mit dem Aufhören dieses Fingerdruckes zugleich auch die Kette wieder geöffnet ist; und zweitens die Kette ebenfalls durch einfachen Fingerdruck schliessen zu können, aber so, dass dieser Kettenschluss unverändert fortbesteht, auch wenn der drückende Finger entfernt wird.

Dicht hinter der eben vorhin genannten unteren Drahtschnittfläche ist in das betreffende Stück des Leitungsstabes ein kurzer Stahlzapfen senkrecht eingelassen, so dass er sich mit seinem unteren freien Ende auf das vordere Ende eines Hebels aus Elfenbein *b* stemmt und dasselbe dadurch nach abwärts gedrängt hält. Dieser elfenbeinerne Hebel hat eine annähernd T-förmige Gestalt, und ist sein oberer horizontaler Theil an seinem Stütz- und Drehpunkte beweglich an der unteren Seite des Holzgriffes befestigt. Von der unteren Seite des vorderen Hebelarmes erstreckt sich ein langer Fortsatz mit leichter S-förmiger Biegung vor dem vorderen Haltringe des Handgriffes abwärts, ähnlich dem Drücker einer Pistole und gleich diesem zur Bewegung des oberen horizontalen Hebels bestimmt. Endlich ist noch anzuführen, dass an der hinteren Fläche dieses Drückers eine doppelt gebogene Stahlfeder *c* befestigt ist, welche da, wo deren beide Bogen zusammenstossen, eine zahnförmige quergestellte Erhabenheit *e* besitzt, die, wenn der Drücker angezogen wird, mit ihrer freien Kante auf die convexe Fläche des vorderen Haltringes aufstösst und bei fortgesetztem stärkerem Drucke auf derselben rückwärts gleitet, bis sie in die dort befindliche Querfurche *f* einschnappt.

Im Zustande der Ruhe findet, wie schon erwähnt, keine Stromleitung durch den Handgriff statt, die Kette ist geöffnet, indem der nach unten gehende Federdruck des die untere Drahtschnittfläche enthaltenden hinteren Endes des Leitungsstabes diese Fläche von der correspondirenden oberen Drahtschnittfläche entfernt hält.

Wird nun durch einen ganz leichten Fingerdruck auf das untere Ende des Drückers letzteres auch nur ganz wenig angezogen, so wird dadurch dessen hinterer Hebelarm gehoben und damit auch die untere Schnittfläche des Leitungsstabes an die obere Fläche angedrückt, wodurch sofort die Kette geschlossen und die Stromleitung durch den Handgriff hergestellt wird. Sowie man mit diesem Fingerdruck aufhört, in demselben Augenblick entfernt sich die untere Drahtschnittfläche wieder von der oberen Fläche und kehren alle Theile in die vorhin beschriebene Ruhelage zurück.

Wird anstatt eines ganz leichten Fingerdruckes ein stärkerer Fingerdruck auf dieselbe Stelle des Drückers ausgeübt, so dass

letzterer nur eine Linie weit angezogen wird, so gleitet bei dieser Bewegung der Zahn der an der Rückseite des Drückers befestigten Stahlfeder in den Ausschnitt hinein, welcher in die untere Wölbung des vorderen Haltringes eingeschnitten ist, und bleibt darin festgehalten, auch wenn der Finger von dem Drücker entfernt wird. Hiermit bleibt denn auch die Kette so lange geschlossen, bis durch einen neuen Druck, welcher auf das untere freie Ende der Stahlfeder in der Richtung von oben nach unten ausgeübt wird, der Sperrzahn aus dem Einschnitte an dem Elfenbeinringe herausgehoben wird, in welchem Augenblicke sofort wieder der Ruhezustand mit geöffneter Kette hergestellt wird.

Um zu verhindern, dass der Sperrzahn der Stahlfeder die eben beschriebene Bewegung macht und in die Furche des Elfenbeinringes hineinfällt, wenn man unabsichtlich einen stärkeren Fingerdruck auf den Elfenbeindrücker ausübt, als nöthig ist, um die einfache Schliessung der Kette zu bewirken, ist noch folgende Hülfe angebracht. Dieselbe besteht in einer mit einem kleinen Knopfe versehenen Schraubstange *g*, welche durch ein Loch in der Mitte der Stahlfeder und in der entsprechenden Partie des Elfenbeindrückers hindurchgesteckt wird, so dass ihr Knopf auf der concaven Seite der Stahlfeder anliegt. Auf dem auf der Vorderseite des Elfenbeindrückers hervorragenden Ende dieser Schraube läuft eine knopfförmige Schraubenmutter von Messing, welche, wenn sie vorwärts gedreht wird, die Stahlfeder an die Rückseite des Elfenbeindrückers heranzieht, und zwar so weit, dass auch bei dem stärksten Fingerdrucke auf den Elfenbeindrücker der Zahn der Stahlfeder nicht mehr in den Einschnitt an dem Elfenbeinringe einfallen und darin festhacken kann. Vielmehr wird auch in diesem Falle mit dem Aufhören des Fingerdruckes der Drücker sofort zurückweichen und die Kette sich öffnen.

Wenn man dagegen die Schraube wieder zurückdreht und dadurch die Feder wieder frei gemacht hat, so ist damit der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt und der Sperrzahn schnappt bei jedem stärkeren Drucke wieder ein.

Fig. 76.



v. Bruns' Doppelstab für die Schneideschlingen.

In die Rinne an dem freien Ende des Vordertheiles der beiden Leitungsstäbe des Handgriffes können nun, wie schon früher erwähnt worden ist, alle Ansatzstücke eingelegt und befestigt werden, welche überhaupt an galvanokaustischen Instrumenten zur Anwendung kommen.

Für die galvanokaustische Schneideschlinge hat v. Bruns zweierlei Ansatzstücke construirt, nämlich Doppelröhren (Fig. 75 *B*) und Doppelstäbe (Fig. 76) mit kurzen Röhrchen an den vorderen freien Enden aus einem gut leitenden

Metall angefertigt, gewöhnlich aus Messing oder Kupfer, selten aus Silber, welches letztere Metall, wenn auch etwas besser leitend, doch unverhältnissmässig theurer ist.

A. Die Doppelröhren (Fig. 75 *B)* bestehen aus 2 vollständig von einander getrennten Röhren, die in ihrem ganzen Verlaufe unbeweglich und dicht an einander liegen, jedoch ohne sich an einer Stelle metallisch zu berühren; nur die hinteren Enden dieser Röhren weichen so weit auseinander, als nöthig ist, um in die Röhren oder Rinnen an den vorderen Enden der Leitungsstäbe des Handgriffes hineingesteckt und daselbst befestigt werden zu können.

Länge und Richtung dieser Doppelröhren werden verschieden genommen, je nach der Stelle des Körpers, an welcher sie gebraucht werden sollen. Liegt die Stelle einer Höhle, an welcher die Glühschlinge applicirt werden soll, so, dass sie in directer Linie von der Mündung dieser Höhle aus erreicht werden kann, so nimmt man eine gerade Doppelröhre von 5—10—15 Ctm. Länge. Zum Operiren an tiefen, d. h. von der Oberfläche weiter entfernt gelegenen Stellen schleimhäutiger Höhlen, zu welchen der Blick des Auges nicht mehr direct gelangen kann, wie namentlich zum Operiren in der Kehlkopfshöhle, bedarf man gebogener Doppelröhren.

B. Die andere Art der Ansatzstücke für die Benutzung der Doppelröhren, der Doppelstab (Fig. 76), besteht aus 2 Messingstäben von 3—4 Mmtr. Dicke und 8 Ctm. Länge, deren jeder an seinem vordersten etwas divergirenden Ende seitwärts eine kurze, 8—10 Mmtr. lange Hülse oder Röhre trägt, welche in schräger Richtung von aussen nach innen und unten, d. h. gegen den Stab hin angelöthet ist. Die Vortheile, welche dieses Ansatzstück bei seiner Anwendung im Vergleich mit der Doppelröhre gewährt, liegen auf der Hand. Abgesehen davon, dass es viel leichter zu reinigen ist, als die bei jedem Gebrauche mit halb verkohltem Blute und Schleim verunreinigte Doppelröhre, gestattet es ein viel leichteres und rascheres Durchziehen der Schenkel der Drahtschlinge, was dann von besonderem Werth ist, wenn ein oder beide Enden der Drahtschlinge erst nach dem Umlegen derselben um den abzutrennenden Körpertheil durch das Ansatzstück hindurchgesteckt werden müssen, oder wenn während der Operation die Drahtschlinge zerrissen ist und durch eine neue ersetzt werden muss. Sodann lässt sich auch eine grössere Schlinge während der Operation mit geringerer Kraftanwendung verkleinern und zusammenziehen, als dieses bei der langen Doppelröhre der Fall zu sein pflegt; denn die beiden kleinen Hülsen liegen weiter auseinander, als die beiden Mündungen der Doppelröhre; in Folge hiervon werden die beiden Schenkel der Platindrahtschlinge bei dem Hineinziehen in diese Hülsen nicht so stark geknickt, wie dieses bei dem Hineinziehen in die beiden dicht neben einander liegenden Mündungen

der Doppelröhre der Fall ist. Ausserdem fällt auch der Reibungswiderstand, welchen der Draht in der kurzen Hülse erfährt, viel kleiner aus, als in einer langen Röhre, besonders wenn der Draht im Verhältniss zur Weite der Röhre sehr dick ist.

Um übrigens den Draht bei seinem Durchgange durch diese Hülsen beständig in möglichst genauer, rein metallischer Berührung mit dem Messingstabe zu erhalten, sind dieselben in der vorhin angegebenen schrägen Richtung angelegt, so dass die Schenkel der um den abzutrennenden Körpertheil herumgelegten Drahtschlinge bei ihrem Angezogenwerden beständig an dem inneren Umfange der oberen und an dem äusseren Umfange der unteren Mündung jeder Hülse sich anlegen und reiben müssen.

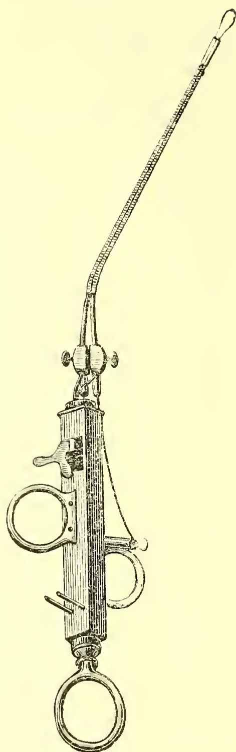
Die Verbindung und Befestigung der beiden Enden der Drahtschlinge, nachdem sie durch eines der eben beschriebenen Ansatzstücke hindurchgesteckt worden sind, geschieht vermittelst eines nicht leitenden Körpers, der zugleich durch seine Beweglichkeit und Verziehbarkeit das Anziehen der Schlinge vorzunehmen gestattet. Als ein solches Befestigungsmittel dient ein kleiner Balken aus Elfenbein (Fig. 75, *C*), welcher an seinen beiden Enden eine Strecke weit in horizontaler Richtung eingesägt ist, so dass dadurch an beiden Enden eine klaffende Spalte mit rauh gemachter Oberfläche gebildet wird, in welche je ein Drahtende hineingelegt werden kann. Mittelst einer senkrecht durch jede Balkenhälfte durchgehenden Flügelschraube kann jede Spalte so verengt werden, dass dadurch der in sie eingelegte Draht vollkommen sicher festgehalten wird.

Die beschriebene Einrichtung gestattet somit, das ganze Instrument sehr leicht und in bequemer Weise mit einer Hand zu gebrauchen, und zwar so, dass man nicht nur mit derselben den Handgriff haltenden Hand die Drahtschlinge zusammenzuziehen, sondern auch in jedem Augenblick die Kette zu schliessen und zu öffnen im Stande ist. Eine solche Einrichtung ist namentlich bei Anwendung der galvanokaustischen Schneideschlinge in der Kehlkopfshöhle behufs der Abtrennung der Polypen ein absolut nothwendiges Erforderniss, weil man hier gleichzeitig mit der linken Hand den Kehlkopfsspiegel in der Mund-Rachenhöhle des Kranken zu halten hat. Indem man den Handgriff dieses Instruments so in die Hand nimmt, dass der Daumen in den hinteren und der Mittelfinger (oder der Ringfinger) in den vorderen feststehenden Ring gesteckt wird, wird das Instrument vollkommen sicher festgehalten und kann demselben auf das Leichteste und Schnellste jede nöthige Bewegung und Richtung bei dem Einführen durch Mund- und Kehlkopfshöhle gegeben werden. Zugleich ist man auch im Stande, mit dem Zeigefinger (oder Ringfinger), welcher in den auf der oberen Fläche des Handgriffes befindlichen Ring gesteckt ist, die Drahtschlinge zusammenzuziehen, sobald dieselbe um den abzutrennenden Gegenstand herumgelegt ist, und

mit dem vierten (oder fünften) Finger durch einen ganz leichten Druck an dem freien Ende des Drückers die galvanische Kette zu schliessen und so momentan erglühen zu lassen, ohne dass dabei die Lage und Richtung des Instruments auch nur im allergeringsten geändert wird.

Auch bei Anwendung der galvanokaustischen Schneideschlinge ausserhalb der Kehlkopfshöhle kann dieses Instrument mit Bequemlichkeit in der angegebenen Weise mit einer Hand benutzt werden, sofern nämlich diese Operationen von keiner langen Dauer sind. Ist dieses aber der Fall, hat man eine grosse Masse von Gewebstheilen zu durchschneiden und hat man zugleich, um das Durchreissen der Drahtschlinge zu vermeiden, einen dickeren Draht genommen, muss also ein stärkerer und längere Zeit hindurch andauernder Zug an der Drahtschlinge ausgeübt werden: so ermüdet bei dieser Anstrengung eine Hand gar leicht zu früh, und wird die Anwendung beider Hände nöthig. Am einfachsten geschieht dieses dann in der Weise, dass man die Finger der linken Hand auf die entsprechenden Finger der rechten Hand aufsetzt und so deren Thätigkeit unterstützt, wobei man dann auch abwechselnd bald nur die eine Hand, bald nur die andere Hand anstrengen kann, während man die andere Hand, ohne deren Lage zu verändern, ausruhen lässt. Statt dessen kann man auch das Instrument abwechselnd allein in die eine und die andere Hand nehmen, bei welchem Handwechsel die Glühwirkung der Drahtschlinge nicht unterbrochen wird, da die oben beschriebene Sperrfeder auch während dieses Wechsels die Kette ununterbrochen geschlossen hält, und da der Zugbalken in Folge der an ihm befindlichen Feder an der ihm gegebenen Stelle richtig stehen bleibt.

Fig. 77.



Schech'scher Schlingenschnürer. $^1/_3$ n. Gr.

Der Schech'sche Schlingenschnürer (Fig. 77) zeichnet sich durch seine Einfachheit aus und ist unter Zuhülfenahme der Erklärung der anderen Handgriffe aus der Abbildung allein verständlich. Die Befestigung der Leitungsschnüre an den Drahtenden *a* und *b* ist weniger zweckmässig, wie die Middeldorpf'sche am hintersten Ende der Handgriffe.

Von den Brennern (Galvanokauteren) haben Voltolini sehr feine und stärkere, spitze und messerförmige, v. Bruns a) abnehmbare Platinansätze, und zwar schnabel-, haar-, nadel-, spatel-, messer-, knopfförmige, Porcellanbrenner, und b) festsitzende mit ähnlichen Formen, wie die vorigen construirt. (Fig. 75: *D* festsitzender spitzer Galvanokauter, *E* festsitzender knopfförmiger Galvanokauter, *F* festsitzender schnabelförmiger Galvanokauter.)

Fig. 78.



Porcellanbrenner.

Die Schneideschlinge, welche einen Körpertheil gleichzeitig abzuschnüren, durchzuglühen und zu kauterisiren gestattet, besteht am besten aus einem Platindraht, der wie in Fig. 75 *B* und Fig. 77 an dem Handgriff befestigt wird.

Zweites Hauptstück.

Elektro-Physiologie.

I. Von den elektrischen Eigenschaften des Thierkörpers selbst.

Am thierischen und menschlichen Körper hat man seit langer Zeit elektrische Vorgänge wahrgenommen und zwar erstens solche, welche nicht nur während des Lebens, sondern auch nach dem Tode, sogar während der Fäulniss fortdauern, also mit den Lebensprocessen keinen Zusammenhang haben; und zweitens solche, welche nur so lange wahrgenommen werden, als derselbe lebendig ist, mit eintretendem Tode aber erlöschen. Zu ersteren gehört die Beobachtung, dass lebende, wie todte Menschen und Thiere auf Isolirschemeln meist positiv elektrisch werden durch Reibung ihrer Haut an den Kleidern, durch Kämmen und Bürsten der Haare, ähnlich wie tausend andere Körper, auch unorganische, durch Reibung elektrische Eigenschaften erlangen (vergl. S. 176). Zur zweiten Kategorie gehören die hauptsächlich von Du Bois-Reymond studirten elektrischen Ströme, welche im lebenden unverletzten oder verletzten thierischen Körper zwischen verschiedenen Punkten derselben Organe, namentlich der Muskeln, Nerven, ferner der Drüsen fortwährend kreisen. Letztere mit den Lebensprocessen scheinbar zusammenhängende elektrische Erscheinungen sind es, welche unser vorzüglichstes Interesse erregen müssen.

Folgendes sind in den Hauptzügen die von Du Bois gefundenen Thatsachen und auf diese aufgebauten Hypothesen:

1) Wenn man an ruhenden Muskeln oder Nerven, welche aus dem Körper ausgeschnitten sind, einen Querschnitt künstlich anlegt und die Längsoberfläche mit dem Querschnitt mittelst zweier unpolarisirbarer Elektroden durch einen Schliessungsbogen mit einander verbindet, in den ein sehr empfindlicher Multiplicator eingeschaltet ist: so zeigt die Ablenkung der Magnetnadel in letzterem das Bestehen eines im Nerven oder Muskel vom Querschnitt zur Längsoberfläche, im verbindenden Leitungsbogen dagegen vom Längsschnitt zum Querschnitt gerichteten

lektrischen Stromes an mit einer elektromotorischen Kraft, welche bis zu dem zehnten Theile der Kraft eines Daniell'schen Elements anwachsen kann. Wir können dies auch so ausdrücken: Im Ruhezustande hat jeder Nerv und Muskel an seinem Längsschnitt eine positive, an seinem Querschnitt eine negative Spannung. Die jeweilige Spannung ist immer in der Mitte des Längs- und des Querschnitts am grössten. Das natürliche Faserende des Muskels (der natürliche Querschnitt) verhält sich nicht so, wie der künstliche Querschnitt und hat entweder eine sehr geringe Negativität oder ist unter Umständen sogar positiv gegen die Längsschnitte; in der Kälte zeigt sich diese Abweichung (Paralektronomie) am stärksten.

Der Muskel- und Nervenstrom ist nur eine Eigenschaft des lebenden, nicht des todten und todtenstarren Muskels und gehört nach Du Bois zu den wichtigsten Lebenseigenschaften desselben; mit dem Tode wird er immer schwächer und schwächer, um bald ganz aufzuhören; kurze Zeit vor dem Erlöschen tritt oft eine Umkehr der Stromesrichtung ein.

Ausser am Muskel kann man auch am Rückenmark, an Drüsen, an Schleimhäuten, an der Haut u. s. w. ähnliche Ströme beobachten.

2) Wenn man durch eine begrenzte Strecke eines Nerven einen galvanischen Strom leitet, wird nicht der zwischen den Elektroden liegende Theil der Nerven allein, sondern der Nerv in seiner ganzen Länge in Beziehung auf sein elektromotorisches Verhalten verändert, und zwar in der Weise, dass während der ganzen Durchströmungszeit der vom Längs- und Querschnitt abgeleitete Nervenstrom eine Aenderung erfährt, auch wenn sich nach aussen für die gröbere Betrachtung keine Erregungserscheinungen zeigen. Man nennt diesen veränderten Zustand, in den der Nerv oder Muskel bei elektrischer Durchströmung geräth, den „elektrotonischen" oder kurzweg „Elektrotonus".

Der elektrotonisirende, von aussen durchgeleitete Strom summirt sich algebraisch zu dem ursprünglichen Nervenstrom und verstärkt oder schwächt demnach den letzteren, je nachdem er mit ihm eine gleiche oder eine entgegengesetzte Richtung hat. Auf der Seite der Anode ist die Richtung beider Ströme stets eine gleichgerichtete; es wird daher hier der ursprüngliche Nervenstrom stets verstärkt. Auf Seite der Kathode dagegen ist die Richtung beider Ströme stets entgegengesetzt gerichtet und demnach hier der Nervenstrom geschwächt. Die Verstärkung des Nervenstromes auf der Seite der Anode (oder, wie man auch sagt, im Anelektrotonus) bezeichnet man als positive, die Schwächung des Nervenstromes im Katelektrotonus als negative Phase des Elektrotonus.

Ist der normale Zusammenhang der Nerven an irgend einer Stelle z. B. durch Quetschung, Schnitt unterbrochen, so geht auch selbst bei innigster Zusammenlagerung der Enden die elektrotonisirende Wirkung nicht über diese Unterbrechungsstelle hinaus, ein

Beweis, dass der Elektrotonus nicht etwa das Werk von Stromschleifen sein kann.

Der Elektrotonus des Muskels unterscheidet sich von dem des Nerven nur durch die verschiedene Intensität der Wirkung und dadurch, dass der Elektrotonus nicht die ganze Muskellänge, sondern nur die durchflossene Strecke ergreift.

3) Nerven und Muskeln mit künstlichem Querschnitt erleiden eine Schwächung ihres ihnen eigenthümlichen Stromes (eine negative Schwankung), d. h. eine Abnahme der Spannungsdifferenzen ihres Längs- und Querschnitts, wenn sie durch irgend einen beliebigen Reiz in Thätigkeit gesetzt werden. Legt man beispielsweise wie in 1) den Muskel je mit einem Quer- und Längsschnitt auf die unpolarisirbaren Elektroden des stromprüfenden Multiplicators auf, so erleidet durch die erwähnten Ströme die Magnetnadel des letzteren eine starke Ablenkung; wenn man nun aber den Muskel durch irgend einen beliebigen Reiz zur tetanischen Zusammenziehung bringt, dann beginnt auf einmal die Nadel zurück, durch den Nullpunkt hindurch zu schwingen und einen Ausschlag auf die entgegengesetzte Seite zu zeigen.

Wenn die Magnetnadel bei einer einfachen und nur kurzdauernden Zuckung keine negative Schwankung erfährt, so kommt dies nicht etwa daher, dass nur eine tetanische Contraction eine solche erzeugt; sondern es rührt dies nur von der Trägheit der Magnetnadel her, welche von einer einfachen, kurzdauernden Stromschwankung nicht alterirt wird. Dass auch eine einfache Zuckung eine negative Stromschwankung bewirkt, zeigt der sogenannte „stromprüfende“ Froschschenkel. Wenn man den Quer- und Längsschnitt des zu diesem gehörenden Nerven einem anderen Muskel anlegt, so zuckt der stromprüfende Froschschenkel in dem Augenblick, wo der andere Muskel eine einfache Zuckung ausführt.

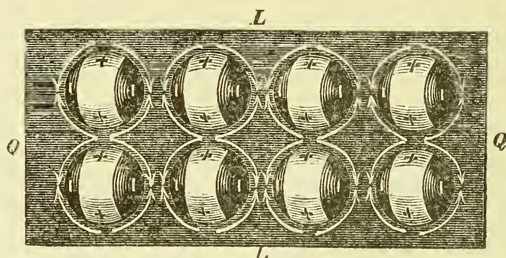
Die negative Schwankung darf nicht verwechselt werden mit dem Elektrotonus; denn erstere tritt bei jeder Reizeinwirkung, also sonach sowohl bei willkürlicher reflectorischer Reizung, wie bei mechanischer, chemischer und elektrischer Reizung ein; letzterer dagegen ist nur das Werk elektrischer Reize.

Die negative Schwankung, welche ungemein schnell, schneller als der Erregungsvorgang verläuft, führt meist nur zu einer Abnahme, in wenigen Fällen aber auch zu einer gänzlichen Umkehr des ursprünglichen Nerven- und Muskelstromes.

4) Sämmtliche unter 1) betrachteten elektromotorischen Wirkungen der einzelnen Körpertheile summiren sich zu einem Gesammtstrome mit einer aus der Richtung der Einzelströme resultirenden Gesammtrichtung; beim Frosche geht der Gesammtstrom von unten nach oben; beim lebenden Menschen hat man, wie man glaubt wegen der Hautdecke, einen solchen Gesammtstrom noch nicht nachzuweisen vermocht.

Präexistenztheorie Du Bois-Reymond's. Zur Erklärung dieser elektrischen Erscheinungen stellt Du Bois-Reymond folgende physikalische Theorien auf: 1) In den Nerven- und Muskelfasern sind unendlich viele mit elektromotorischen Kräften begabte Molecüle in regelmässigen Reihen angeordnet und in eine indifferente

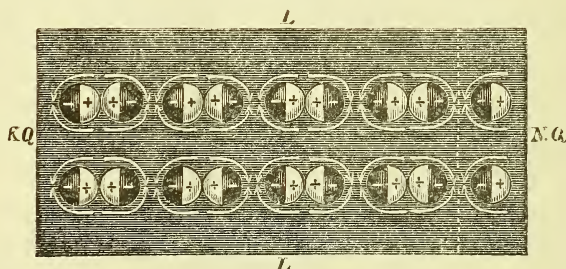
Fig. 79.



Anordnungsschema der peripolar-elektrischen Molecüle im Nerv und Muskel nach Du Bois-Reymond. L = Längsschnitt, Q = Querschnitt.

leitende Flüssigkeit eingebettet. Diese kleinsten elektromotorischen Theilchen sind peripolar, d. h. jedes Molecul besitzt eine positive Aequatorialzone, welche gegen die Längsschnitte, und zwei negative Polarzonen, welche gegen die Querschnitte gerichtet sind,

Fig. 80.



Anordnung dipolar-elektrischer Molecüle nach Du Bois-Reymond. L = Längsschnitt; KQ = künstlicher Querschnitt; NQ = natürlicher Querschnitt.

so dass in einem leitenden, den Längs- mit dem Querschnitte verbindenden Bogen ein Strom von jenem zu diesem gehen muss. Die Molecüle haben keine constanten und gleichen elektromotorischen Kräfte, sondern verlieren dieselben in verschiedener Geschwindigkeit. 2) Die Erscheinungen der sogenannten Parelektronomie erklärt Du Bois dahin, dass am natürlichen Ende des

Muskels nicht wie beim künstlichen Querschnitt eine Lage elektronegativer, sondern elektropositiver Substanz entwickelt sei (Fig. 80 *NQ*). 3) Um den elektrotonischen Zustand zu erklären, habe man sich am einfachsten jedes peripolar-elektrische Molecul in zwei dipolar-elektrische zerlegt und jedes Molecul eines solchen Systems drehbar zu denken. Bei Einwirkung eines von aussen einbrechenden elektrischen Stromes müssen, ähnlich wie bei einem stromdurchflossenen Elektrolyten, zwischen den Elektroden diese Molecüle eine neue Anordnung annehmen, nämlich dem positiven Pol des äusseren Stromes ihre negativen, dem negativen ihre positiven Pole zukehren. Während also im Ruhezustande je zwei untrennbar zusammengehörige dipolar-elektrische Molecüle einander ihre positiven, dem Nerven- oder Muskelquerschnitt ihre negativen Seiten zukehren, werden sie durch die Einwirkung eines von aussen hereinbrechenden galvanischen Stromes sämmtlich säulenartig angeordnet; und indem diese Drehung nicht nur innerhalb, sondern auch jenseits der durchflossenen Strecke stattfindet, entstehen die elektrotonischen Kräfte. 4) Die negative Schwankung kommt entweder dadurch zu Stande, dass durch die neue von aussen kommende Erregung die elektromotorischen Kräfte der Molecüle abnehmen, oder eine nach aussen weniger wirksame Anordnung annehmen.

Der Du Bois'sche Elektrotonus hat demnach die grösste Aehnlichkeit mit den elektrolytischen Vorgängen in einer Flüssigkeit; auch in dieser erfahren durch Einleitung eines constanten Stromes die chemischen Molecüle eine Umstellung (vergl. S. 195).

Alterationstheorie Hermann's. Die von Du Bois-Reymond gefundenen Thatsachen hinsichtlich der elektromotorischen Eigenschaften des Thierkörpers gehören zu den bestbegründeten und sichersten in der ganzen Physiologie und konnten von allen Nachuntersuchern ohne Ausnahme nur einfach bestätigt werden. Dagegen hat seine Erklärung dieser Thatsachen mannigfache Anfechtungen zu erleiden. Namentlich leugnet Hermann die Praeexistenztheorie des Ersteren (dass Nerven- und Muskelströme im unversehrten lebenden Körper vorhanden seien) und stellt ihr eine Alterationstheorie entgegen, nach welcher die von Du Bois beobachteten Ströme erst durch Veränderungen, welche die Nerven- und Muskelsubstanz in Folge der Präparation erleidet, zu Stande kommen: das Absterben und Erstarren sowohl, wie die Erregung (Contraction) verändern das Protoplasma in solcher Weise, dass es sich negativ elektrisch verhält gegen unverändertes ruhendes Protoplasma.

Absolut unverletzte Muskeln besitzen nach Hermann keinen Muskelstrom; es ist nur sehr schwer, bei Entfernung der Haut in irgend einer Weise die Muskeln unverletzt zu erhalten; und bei erhaltener Haut wirken die Hautströme, welche fast alle Thiere

besitzen, sehr störend auf die Beobachtung ein. Jedoch ist es bei unverletzten lebenden Fischen, welche keinen Hautstrom besitzen, leicht, die Abwesenheit des Muskelstromes zu beweisen. Auch das vorsichtig aus dem Herzbeutel blossgelegte Herz der Thiere ist stromlos; jede verletzte Stelle aber negativ.

Dass die von Du Bois zuerst nachgewiesenen Ströme im Muskel nicht praeexistiren, geht nach Hermann daraus hervor, weil nach Anlegung eines künstlichen Querschnitts der Muskelstrom nicht augenblicklich in voller Stärke vorhanden ist, sondern zu seiner Entwickelung einige Zeit braucht; ferner daraus, dass die Negativität des dem Muskel eines lebenden Frosches subcutan beigebrachten Querschnitts unter dem Einfluss der Circulation und Innervation beständig abnimmt und endlich ganz schwindet. Wenn also die Natur das Bestreben hat, künstliche Querschnitte stromlos zu machen, so ist es klar, dass im Naturzustande kein Muskel einen Strom haben kann, sondern jeder ruhende Muskelstrom von Verletzung herrühren muss.

Auch gegen die moleculäre Erklärung des Elektrotonus durch Du Bois hat Hermann schwere Bedenken: wenn die Molekeln der durchflossenen Strecke sich im Sinne des Stromes säulenartig ordnen, so müsse der Strom einen sich selbst gleichsinnigen Zuwachs von sehr beträchtlicher, ja sogar ungeheuerer elektromotorischer Kraft empfangen; oder mit anderen Worten, die Intensität eines Stromes müsse ungeheuer viel grösser sein, wenn er durch ein lebendes Nervenstück, als wenn er durch ein todtes von gleicher Dimension geleitet wird. Als Hermann aber in dieser Richtung Versuche anstellte, konnte er von einem derartigen Verhalten nichts finden.

Die erste Anregung zur Aufdeckung der wahren Ursache der elektrotonischen Erscheinungen gab nach Hermann ein Versuch Matteuccis. Dieser hatte gefunden, dass ein mit einer feuchten Hülle umgebener Metalldraht, sobald ein galvanischer Strom (an irgend einer Strecke der feuchten Umhüllung) eingeleitet wird, in seiner ganzen Länge einen dem einwirkenden Strom gleichgerichteten, mit zunehmender Entfernung von der durchflossenen Strecke an Stärke abnehmenden Strom zeigt. Matteucci hatte ausserdem entdeckt, dass jene Ströme ausbleiben, wenn der Draht aus amalgamirtem Zink, und die Befeuchtung der Hülle aus gesättigter Zinksulphatlösung, wenn also der ganze Leiter aus unpolarisirbaren Substanzen besteht. Hieraus ginge hervor, dass in ersterem Falle die Ströme durch elektrolytische Producte hervorgerufen würden, welche sich an der Oberfläche des Drahtes abscheiden und sich durch Diffusion in der feuchten Umhüllung längs desselben ausbreiten, dieselbe ungleichartig machen und dadurch Polarisationsströme erzeugen.

Hermann, der diese Erscheinungen genauer an Metalldrähten untersuchte, welche durch ein mit Flüssigkeit gefülltes Glasrohr

liefen, konnte bestätigen, dass die elektrotonischen Ströme nur bei polarisirbaren Kernen auftreten; ferner nachweisen, dass die wesentlichen Bedingungen der elektrotonischen Stromausbreitung in Leitern mit polarisirbarem Kern auch beim Nerven gegeben sind, dass jede Nervenfaser aus einer Kern- und einer Hüllensubstanz mit polarisirbarer Grenzfläche besteht. Es ist dadurch die Möglichkeit wenigstens nahe gerückt, den Elektrotonus am Nerven ganz einfach aus den Polarisationserscheinungen an Kernleitern zu erklären ohne jede Zuhülfenahme der Du Bois'schen Drehung elektrischer Molecüle.

Die negative Schwankung des Nerven- und Muskelstromes während deren Thätigkeit erklärt Hermann durch die Annahme, dass der thätige Muskeltheil dieselbe elektromotorische Veränderung erfahre, wie ein absterbender, und dass sich daher der elektrische Gegensatz zwischen dem absterbenden Querschnitt und der sich eben contrahirenden Oberfläche des Muskels wesentlich vermindere.

Auch die bei der Contraction der Musculatur des unverletzten Thieres und des Menschen gefundenen Actionsströme führt Hermann darauf zurück, dass sich der Muskel nicht in seiner ganzen Ausdehnung auf einmal verkürzt, sondern dass eine Contractionswelle vom Nerveneintritt nach beiden Seiten fortläuft, und dass sich die contrahirte thätige Substanz gegen die noch ruhende negativ verhält. H. unterscheidet 3 Arten von Actionsströmen: a. ausgleichende; dieselben treten auf, wenn verletzte und dadurch mit Ruhestrom (Demarcationsstrom) behaftete Muskelfasern erregt werden, und bestehen in negativer Schwankung des Ruhestromes; b. phasische; sie treten auf, wenn Erregungswellen die Fasern durchlaufen; stets verhält sich der augenblickliche Ort der Welle negativ gegen den Rest der Faser; c. decrementitielle; sie beruhen auf Intensitätsverschiedenheit der Welle an beiden Ableitungspunkten und sind beim Tetanus unversehrter Muskeln die einzige Quelle eines Actionsstromes. — Wo Ruhestrom sowohl wie Welle ausgeschlossen sind, d. h. bei totaler directer Reizung unversehrter Muskeln tritt kein Actionsstrom ein. Ganz ähnlich verhalte es sich mit den Ruhe- und Actionsströmen der Nerven.

Theorien über das Wesen der Nerventhätigkeit. Aus obiger Nebeneinanderstellung der Du Bois'schen und Hermann'schen Auffassung ergiebt sich, dass wir ein Vorhandensein thierisch-elektrischer Ströme im gesunden unverletzten ruhenden Körper noch nicht mit Sicherheit annehmen dürfen, dass möglicherweise nur erst beim Absterben und in der Thätigkeit solche Ströme auftreten. Wir wären dadurch wieder um eine grosse Illusion ärmer geworden, und es wäre damit wie schon früher, so auch jetzt wieder ein arger Rückschlag in unserer Auffassung der thierischen Elektricität eingetreten.

Denn schon früher einmal schienen, nachdem der Gedanke ausgesprochen war, das wirksame Nervenprincip könne nichts anderes als die Elektricität sein (Hansen 1743), alle Erscheinungen sich in höchst einfacher, übersichtlicher und befriedigender Weise auf dieselbe zurückführen zu lassen. Man betrachtete das Gehirn als eine Art galvanischer Batterie, welche die elektrischen Ströme liefert; die Willensanstösse führten zu Entwickelung von elektrischen Strömen, welche von dem Gehirne aus durch die Nerven als eine Art Telegraphendrähte an die Körperperipherie zu den Muskeln geleitet wurden. Die Muskeln waren eine Art telegraphischen Schreibeapparates u. s. w. Zwar gelang es nie trotz mannigfaltiger Versuche im Gehirne oder in den Nerven elektrische Ströme aufzufinden; auch wies z. B. Haller darauf hin, dass gegen eine Leitungsmöglichkeit elektrischer Ströme in den Nerven deren Mangel an isolirenden Hüllen u. s. w. spreche; allein der Nachweis elektrischer Entladungen an den Zitterfischen und die Entdeckungen Galvani's am Frosche in Verbindung mit der verführerischen Leichtigkeit der obigen Erklärung liess doch Physiologen wie Aerzte an der erwähnten Hypothese mit Vorliebe festhalten.

Nun kam Du Bois-Reymond mit seinen fundamentalen Entdeckungen eines Nervenstromes, der negativen Stromschwankung, des Elektrotonus u. s. w. (siehe oben), die obigen Annahmen einer thierischen Elektricität scheinbar bestätigend, aber doch auch gleichzeitig den darauf aufgebauten Hypothesen ein Ende machend. Denn nun werden auf einmal die Muskeln und die peripheren Nerven selbst Sitz einer unendlichen Zahl von elektromotorischen Kräften und können nicht mehr als einfache Leiter einer im Gehirn entstandenen Elektricität betrachtet werden. Nach den Du Bois'schen Entdeckungen stellte sich der lebende Organismus dar als zusammengesetzt aus einer Unmasse kleinster elektrischer Apparate und als durchzogen von unendlich vielen elektrischen Strömen und Strömchen, die sich theils zu ganz bedeutenden Wirkungen summiren, theils sich auch gegenseitig schwächen. Es schien in der gegenseitigen Beziehung dieser elektrischen Theilchen und Ströme eine Erklärung für das Wesen der an den Nerven und Muskeln beobachteten Erregungs- und Reizleitungsvorgänge zu liegen, in so fern etwa die an einem ersten elektrischen Theilchen bewirkte Drehung sich immer auf die Nachbartheilchen weiter fortpflanzt, und es schien auch eine Erklärungsmöglichkeit der räthselhaften, allen früheren Einblicken trotzenden Muskelzusammenziehung und -Erschlaffung in der gegenseitigen Anziehung und Abstossung dieser supponirten elektrischen Theilchen gegeben zu sein.

Allerdings erfuhren wir gleichzeitig, dass die Nerven kein besseres elektrisches Leitungsvermögen haben, wie die anderen thierischen Gewebe und dass deshalb die z. B. von Aussen in den Körper geleiteten elektrischen Ströme sich gleichmässig durch die verschiedenen Organe und nicht etwa nur in den nervösen Bahnen

weiter verbreiten. Auch wies Helmholtz nach, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenerregung eine sehr kleine ist und nur zwischen 30—40 Meter in der Secunde beträgt, während die des elektrischen Stromes in derselben Zeit Millionen Meter beträgt. Damit war die früher geglaubte blitzschnelle Fortleitung der im Gehirn sich bildenden Reize in den Nerven widerlegt.

Endlich kam Hermann mit dem Nachweis, dass im unverletzten ruhenden Körper keine elektrischen Ströme existiren und dass solche erst auftreten bei Berührung absterbender oder erregter mit lebender, bezw. ruhender Substanz. Ferner zeigt sich, dass die letzteren Ströme ebenso gut in Pflanzen, ja auch in todter Materie, in getrockneten Häuten, in Thoncylindern beim Aufquellen derselben mit Wasser vorkommen (Grünhagen, Kunkel); dass sie also auch im Thiere nichts zu thun zu haben brauchen mit den eigentlichen Lebensprocessen, jedenfalls nicht die Grundlage der lebendigen Functionen, höchstens eine Nebenerscheinung derselben sind.

So sehen wir ein Blatt um das andere von dem stolzen Hypothesenbaum der thierischen Elektricität wieder abfallen. Wir sind zwar an Thatsachen reicher, an Erklärung aber entschieden ärmer geworden und müssen jetzt offen bekennen, dass uns das Wesen der Nerventhätigkeit in der Gegenwart dunkler und unerklärbarer ist, als je in der Vergangenheit, und dass unsere neu erlangten Kenntnisse eigentlich nur in negirendem Sinne gewachsen sind. Wir wissen jetzt, dass die Nervenleitung nicht in einer Fortbewegung einer Substanz in der Nervenröhre, nicht in einer Nervenbewegung, wie bei der Schnur einer Schelle, nicht in einem durchfliessenden elektrischen Strome, wie im Telegraphendraht, bestehen kann. Wir können uns nach allen bis jetzt gesammelten Erfahrungen die Nervenleitung nur als eine Zustandsänderung denken, die nicht den ganzen Nerven auf einmal ergreift, sondern in einer sogar ziemlich grossen Langsamkeit von einem Punkte zum nächsten allmälig bis ans Ende weiter geht; ob aber diese von Punkt zu Punkt weiterkriechende Zustandsänderung auf einem physikalischen (Fortpflanzung wie in einer Reihe eng aneinanderstossender elastischer Kugeln) oder auf einem chemischen Process (in dem etwa der Reiz eine Substanz chemisch verändert und diese Veränderung sich wie in einer explodirenden Pulverlinie von Theilchen zu Theilchen fortpflanzt), oder doch auch auf elektrischen Vorgängen, aber anderer Art und in anderer Weise beruht, als man bis jetzt gefunden hat, darüber haben wir noch keine discutirbaren Anhaltspunkte. Jedenfalls haben wir kein Recht mehr, bis weitere Untersuchungen Genaueres lehren, in der Elektricität eine den nervösen Kräften gleichsinnige Kraft zu erblicken. Wir sind zwar im Stande, durch die Einwirkung des elektrischen Stromes dem normalen Nervenreiz ähnliche Wirkungen zu erzeugen, wie z. B. Zuckung, Schmerz; aber dieselben Wirkungen bringen die

allerverschiedensten Einflüsse, auch ein Druck, ein Schlag, ein Stich, ein Schnitt, eine chemische z. B. Säurebeeinflussung am Nerven hervor, so dass wir bei der gleichen Wirkung so vieler verschiedener Ursachen nur schliessen dürfen, dass jede Erregung des Nerven einzig und allein in der Auslösung seiner eigenen Spannkräfte besteht, die selbst hinsichtlich ihrer Natur uns noch ganz unbekannt sind.

II. Ueber das Leitungsvermögen des thierischen Körpers für den elektrischen Strom.[1])

Der thierische Körper ist ein Leiter der Elektricität, aber kein gleichmässiger und kein so guter, wie z. B. ein Metalldraht. Denn seine ihn zusammensetzenden Gewebe haben ein verschiedenes Leitungsvermögen und stellen den elektrischen (sowohl Ketten- wie Inductions-) Strömen verschieden grosse Widerstände entgegen. Der in den Körper eingeleitete elektrische Strom besitzt deshalb in den verschiedenen Theilen desselben verschiedene Dichtigkeiten, die grösste an der Stelle des Eintritts und des Austritts. Zwischen der Ein- und Austrittsstelle verzweigt sich der Strom in unendlich viele Zweige, von denen natürlich die in Geweben mit geringem Widerstande und in gerader Linie zwischen beiden Polen laufenden die grössere Dichtigkeit haben.

Leitungsvermögen. Im Ganzen ist die Leitungsfähigkeit des Körpers um 1000 Millionen Mal schlechter, als z. B. die von Kupfer; dagegen leitet der Körper bei durchweichter Epidermis etwa 20 Mal besser, wie reines Wasser. Den grössten Leitungswiderstand haben die Horngebilde, Epidermis und Haare in trockenem Zustande. Ein elektrischer Strom geht daher weniger durch die Epidermis, als vielmehr durch die Drüsen- (Schweiss-, Talg-) Canäle in den Körper. Durch Wasser aufgequollene und erweichte Epidermis leitet ausserordentlich viel besser, wie trockene.

Für die übrigen Gewebe und Organe des Körpers kann man sagen, dass sie ähnlich wie Salzlösungen leiten und dass deshalb mit Zunahme ihres Flüssigkeitsgehalts auch ihr Leitungsvermögen wächst. Das Blut, als das wasserreichste Gewebe (80 pCt. Wasser), leitet von allen Geweben am besten; sodann kommen die Muskeln und alle Nervenapparate, die einen ziemlich gleichen (70 bis 80 pCt.) Flüssigkeitsgehalt haben; zuletzt die Sehnen (mit 60 pCt.), Knorpel und Knochen (mit 20 pCt. Flüssigkeit). Da übrigens alle Organe mit Blutgefässen durchsetzt sind, kann der elektrische Strom dem Blutstrom überallhin mit Umgehung der grösseren

---

[1]) Vergl. S. 189.

Widerstände der anderen Gewebsarten folgen. Man kann daher ohne grossen Fehler allen thierischen Organen mit Ausnahme der Oberhaut und der Knochen so ziemlich dasselbe Leitungsvermögen zuschreiben. Namentlich muss betont werden, dass die Nerven und Muskeln nicht, wie man früher allgemein glaubte, ein besseres Leitungsvermögen für den elektrischen Strom haben, als andere Gewebe. Der Widerstand der Nerven und Muskeln bei querer Durchströmung ist grösser, wie bei Längsdurchströmung (Hermann).

Dass man bei Durchströmung des Körpers mit dem elektrischen Strome hauptsächlich nur Folgewirkungen im Nerven- und Muskelsystem auftreten sieht, hängt nicht von dem besseren Leitungsvermögen dieser beiden Organtheile, sondern nur davon ab, dass sie eben am leichtesten unter allen Geweben gegen den Strom empfindlich und reactionsfähig sind. Diese Thatsachen sind durch so viele Versuche von Ritter, E. Weber, Matteucci, Remak, Eckhard, J. Ranke, Erb, Burkhardt, Ziemssen über jeden Zweifel sicher gestellt, dass man als Hauptsätze der elektrischen Strom-Verzweigung im thierischen Körper aufstellen kann:

Der elektrische Strom verbreitet sich im thierischen Körper nur nach physikalischen Gesetzen.

Der in den Körper einbrechende Strom hat die grösste Dichtigkeit an der Eintrittsstelle; die unmittelbar unter derselben liegenden Organe werden daher am stärksten von demselben getroffen.

Der Strom verzweigt sich sodann in eine Unmasse von Zweigströmen, deren Dichte dem Leitungsvermögen jedes einzelnen Organweges direct proportional ist, aber keine grossen Differenzen aufweist, weil das Leitungsvermögen aller Organe und Gewebe ziemlich gleich ist.

Der die beiden Pole geradlinig verbindende Zweigstrom hat fast in allen Lagen die grösste Dichtigkeit.

Da der dem Strome sich entgegenstellende Widerstand mit der Abnahme des Wassergehalts der Organe steigt, kann man durch starke Compression der Gewebe z. B. mittelst aufgedrückter Elektroden durch Verdrängung der gut leitenden Flüssigkeit den Widerstand verstärken.

Der Gesammtwiderstand des ganzen menschlichen Körpers ist hauptsächlich von der Beschaffenheit und Durchlässigkeit der Haut abhängig; gegenüber deren enormen Widerstand kann der der übrigen Organe vernachlässigt werden; es bleibt sich mit anderen Worten gleich, ob man den ganzen langen Körper oder z. B. nur einen Arm einschaltet. Kohlrausch fand den Leitungswiderstand des menschlichen Körpers von Hand zu Hand (indem die Hände in Schalen mit Flüssigkeit getaucht wurden) bei 4 Individuen zwischen 1600

bis 3000 S. E. und im Mittel 2200 S. E.; Runge zwischen 2000 bis 5000 S. E., im Mittel 4000 S. E. Je nach der Durchfeuchtung der Haut zeigen sich übrigens grosse Verschiedenheiten; je länger z. B. eine Elektrode auf die Haut gedrückt und je mehr in Folge dessen die Epidermis durchweicht ist, um so geringer wird der Widerstand.

Eine Zeit lang glaubte man, der elektrische Strom sei nicht im Stande, in die von Knochen eingeschlossenen Theile, wie z. B. in das Gehirn, in das Rückenmark, einzudringen; allein es ist durch Burkhardt, Erb u. A. sicher gestellt, dass überallhin im Körper nachweisbare und wirksame Stromfäden hingelangen, und dass weder Gehirn noch Rückenmark eine Ausnahme davon machen.

III. Ueber die physiologischen Grundwirkungen der Elektricität und über die Elektrolyse in den Körpergeweben.

Von physiologischen Grundwirkungen der Elektricität auf den Organismus sind eigentlich nur einige elektrolytische näher bekannt; alle übrigen bekannten physiologischen, namentlich die genau studirten Reizwirkungen sind sicher nur Folgezustände von noch unbekannten Grundwirkungen auf die Gewebe. Wir haben noch keine Ahnung, welche Vorgänge dem Elektrotonus der Nerven und Muskeln, den zu Zuckung oder Empfindung, zu Gefässcontraction führenden Reizen zu Grunde liegen. Jedenfalls werden wir am zweckmässigsten zuerst unsere wenn auch spärlichen Kenntnisse über die Elektrolyse und dann erst die eingehend studirten Reizwirkungen auf alle einzelnen Organe vorführen.

Man hat in Ermangelung einer gründlichen Einsicht zur Erklärung mancher Wirkungen, namentlich auf Krankheitsprocesse von jeher gern erklärende „Worte“ erfunden und aufgestellt. Dieselben werden im physiologischen Theile gar nicht erwähnt werden, wohl aber im dritten Hauptstück bei der therapeutischen Anwendung der Elektricität ihre kritische Berücksichtigung finden.

Elektrolytische Wirkungen auf todte und lebendige Gewebstheile[1]). Unmittelbar an der Berührungsstelle der Elektroden mit den Körpergeweben und -flüssigkeiten treten chemische Zersetzungen ein und zwar sowohl der einfacheren Bestandtheile, wie des Wassers und der Salze, als auch der complicirten, wie des Eiweiss, des Fettes. Die hierbei sich entwickelnden Gase treiben die Gewebsbestandtheile auseinander und entweichen zum Theil an die Luft, zum Theil binden sie sich zu neuen Formen mit anderen

---

[1]) Ueber die physikalischen Vorbegriffe vergl. S. 195.

Elementen; ebenso wirken die an der Anode frei werdenden Säuren, Chlor u. s. w. und die an der Kathode frei werdenden kaustischen Alkalien wieder von sich aus, bilden neue Verbindungen, zerstören, ätzen, genau wie die gleichen auf chemischem Wege dargestellten Körper, wenn sie auf die Gewebe gebracht werden.

Wenn man in die Eiweissflüssigkeit eines frischen Hühnereies die zwei Elektroden einer Batterie in Form etwa von Platinnadeln hineinhält, so zeigt sehr bald an eingetauchtem Lakmuspapier die den positiven Pol unmittelbar umgebende Flüssigkeit eine saure, die den negativen Pol umgebende eine alkalische Reaction. Gleichzeitig sieht man, wie an der Kathode eine massenhaftere, an der Anode eine geringere Zahl von Gasbläschen sich bildet, welche zum Theil in die Höhe steigen, zum Theil an die Nadel sich anlegen. Das Eiweiss wird bei schwachen eingeleiteten Strömen nach Gmelin nur an der Anode, nach Brandes bei stärkeren Strömen meist an der Kathode, hie und da auch an der Anode ausgeschieden. Golding Bird und v. Wittich fanden, dass die ursprüngliche Reaction der Flüssigkeit, in welcher sich das Eiweiss befindet, von wesentlichem Einflusse auf die Ausscheidung des Eiweisses ist; nach Ersterem schlägt sich das alkalisch gelöste Eiweiss an der Anode, das sauer gelöste an der Kathode nieder. Letzterer bestätigte diese Angabe und fand weiter, dass sich aus Alkalialbumin das Eiweiss viel rascher, als aus dem Acidalbumin ausscheide; ferner dass auch Zusatz von verschiedenen Salzen die Eiweissausscheidung an den Polen der Batterie wesentlich zu modificiren im Stande sei, und dass bei Zusatz von salpetersauren, schwefelsauren, phosphorsauren und Chlor-Alkalien eine massenhafte Ausscheidung am positiven Pol erfolge, dagegen bei Zusatz von kaustischen oder kohlensauren Alkalien nicht oder höchst unbedeutend.

Taucht man von Säuren angreifbare Metalle z. B. Eisen als Elektroden in das Eiweiss, so wird die Anode durch die an ihr ausgeschiedenen Säuren zerfressen und durch das gebildete Eisenoxydul und -oxyd schwarz; die Kathode dagegen wird nicht angegriffen.

Ganz ähnliche Wirkungen, wie in einer Eiweisslösung, haben die in ein Stück Muskelfleisch gestochenen Platinelektroden; um die Kathode tritt eine alkalische Reaction, Zersetzung der Muskelflüssigkeit, Entwickelung von Wasserstoffgas, Verflüssigung und Entfärbung des Gewebes ein; um die Anode Entwickelung von Sauerstoff, saure Reaction, starke Gerinnung, Festwerden und dunklere Färbung des umgebenden Gewebes. Nach Beendigung des Versuchs geht die Kathode leicht aus dem Fleische heraus, die Anode dagegen haftet fest an dem Gewebe und kann nur unter Ueberwindung eines starken Widerstandes herausgezogen werden.

Auch wenn man die Elektroden in die lebenden Gewebe einsticht, zeigt sich kein Unterschied in der elektrolytischen Wir-

kung, ausser dass dieselbe wegen der Gegenwirkung des fortwährend wechselnden Blutes nur in einem engeren Raume sich entfaltet; hier wie dort wird die Umgebung der Anode sauer, die der Kathode alkalisch; es tritt Verflüssigung auf der einen, Gerinnung auf der anderen Seite ein; es bilden sich auf beiden Seiten örtliche Entzündungserscheinungen, Aetzschorfe mit oder ohne Eiterung und schliesslich eine Narbe.

Das Blut verhält sich selbstverständlich nicht anders, wie eine Eiweisslösung; das aus der Ader gelassene wird um die Anode sauer und schwarz, um die Kathode schaumig, flüssiger und alkalisch; um die Anode sammeln sich die Eiweissstoffe und Fette des Blutes, dessen Säuren, das Chlor an; um die Kathode dessen Alkalien und Metalle (Eisen), Farbstoffe und Extractionsstoffe (Heidenreich). Auch wenn man in die lebende Arterie oder in einen aneurysmatischen Sack die Elektroden einstösst, bildet sich in der (etwa durch Compression) ruhend gewordenen Blutsäule um die Anode ein immer fester und derber werdendes Gerinnsel, welches schliesslich nach 10 bis 30 Minuten dauernder Durchleitung des Stromes das ganze Gefäss verstopfen und die Circulation in demselben aufheben kann; um die Kathode eine durch die sich entwickelnden Gasbläschen schaumige Flüssigkeitsschicht. Selbst bei einfacher Auflegung der Elektroden auf die äussere Wand eines freigelegten Blutgefässes soll sich in der Blutsäule, natürlich wenn sie steht, in der Gegend der Anode ein Blutgerinnsel, in der der Kathode ein hellröthlicher, feinblasiger Schaum entwickeln.

Wenn man die Elektroden nicht in die Gewebe einsticht, sondern etwa in Plattenform nur auflegt, treten an jedem Pole ebenfalls die charakteristischen elektrolytischen Wirkungen auf; am lebenden Organismus kann man eine derartige Application nur auf der Haut oder auf den leicht zugänglichen Schleimhäuten bethätigen. Die elektrolytischen Veränderungen der Haut gleichen ganz und gar Aetzwunden, an der Kathode durch Alkalien, an der Anode durch Säuren entstandenen[1]); die elektrolytischen Veränderungen auf Schleimhäuten und offenen Wunden sind die gleichen und nur intensiver, entsprechend der leichteren Vulnerabilität dieser Gewebstheile und Gewebszustände.

Während also in der unmittelbaren Nähe der Elektroden in allen Geweben sogar sehr bedeutende chemische Wirkungen stets und ausnahmslos eintreten, bleibt die ganze übrige zwischen den Elektroden liegende Gewebemasse bezw. Flüssigkeitsschicht dem Anscheine nach chemisch vollkommen unberührt, obwohl sie doch in gleicher Weise von dem Strome durchlaufen wird; wenigstens ist es bis jetzt noch nicht gelungen, auch nur die kleinste chemische Veränderung nachzuweisen.

---

[1]) Die ausführlicheren Angaben siehe bei der Haut (S. 288 u. folg.).

Dass der Strom auch in der Tiefe und von den Elektroden weit entfernt Veränderungen setzt, darauf deuten eine grosse Reihe von Beobachtungen hin, welche später ausführlich abgehandelt werden, hier nur in Kürze angedeutet werden: In den auch tiefst liegenden Nerven treten, wenn Stromschleifen dieselben erreichen, elektrotonische Wirkungen ein; die tief liegenden Muskelmassen gerathen in Zuckungen; es werden pathologische Zustände beseitigt, Exsudate zur Resorption gebracht. Ob aber diese Wirkungen auf einer elektrolytischen Veränderung der Gewebe beruhen, darüber fehlen noch genauere Kenntnisse. Es lässt sich zwar nicht denken, warum gerade in den lebenden Geweben bei Durchleitung eines elektrischen Stromes keine Umstellung der Molecüle, kein Transport der Flüssigkeiten, kein Fortführen von Körpern stattfinden sollte; es liegt gar kein Grund vor, warum sich die organischen Flüssigkeiten im Körper anders verhalten sollten, wie die Flüssigkeiten ausserhalb; es müssen so gut wie an den Polen unmittelbar, so auch in der Tiefe die gleichen Kräfte, nur — entsprechend der ungemeinen Zersplitterung in eine Unmasse von schwachen Strömchen und der ungeheueren Abnahme der Dichtigkeit — in ungemein geschwächtem Grade Gleiches wirken.

Aber man hat bis jetzt für eine solche Annahme leider nur wenige beweisende Thatsachen, nämlich folgende: Wenn man die Elektroden nicht unmittelbar auf die Zunge bringt, sondern auf die Wangen, so bemerkt man dennoch Geschmacksempfindungen, ein Beweis, dass auch in der Tiefe, da, wo der Strom von der Wangenschleimhaut, den Zähnen auf die Zunge übergeht, eine elektrolytische Zerlegung der Mundflüssigkeit stattfindet. Wir werden später ausführlich hören, dass Nerv wie Muskel durch einen durchgehenden Strom in zwei verschieden functionirende Hälften zerlegt wird; dass die Erregbarkeits- und Leitungsmodificationen am stärksten sind immer in der unmittelbaren Nähe der beiden Elektroden; dass in der Mitte zwischen beiden Polen eine indifferente Stelle übrig bleibt. Man kann sich daher mit v. Bezold ganz gut vorstellen, dass der galvanische Strom die Nerven- wie die Muskelfasern in zwei chemisch sowohl, wie physikalisch differente Zonen zerlegt, deren Eigenthümlichkeiten desto mehr sich ausprägen, je mehr man sich den beiden Elektroden nähert, und kann die intrapolaren Strecken galvanisch durchströmter Nerven- und Muskelfasern in allen Beziehungen vergleichen mit polarisirten feuchten Leitern, deren Eigenschaften durch den Strom um so mehr sich ändern, je näher die betroffenen Strecken einem der beiden Pole liegen. Die e l e k t r i s c h e Erregung wäre demnach nichts Anderes, als eine bestimmte Form der chemischen Reizung, und fände bei der Schliessung etwa ebenso ausschliesslich an der Kathode statt, etwa wie auch die Entwickelung von Wasserstoff in durchströmten Flüssigkeiten. Es ist ferner gezeigt worden, dass Jod mittelst des elektrischen Stromes durch den Körper hindurch-

getrieben werden kann. Wenn eine solche Fortführung wegen der schwierigen Nachweisbarkeit noch nicht für andere Substanzen gezeigt werden konnte, so ist wenigstens erlaubt, eine solche für wahrscheinlich zu halten und anzunehmen, dass auch Salze der Körpergewebe selbst durch den Strom dislocirt werden können. Aber wenn uns solche Beobachtungen auch Wahrscheinlichkeitsschlüsse erlauben, so sind wir doch noch weit von einer vollkommenen Einsicht in die Einzelheiten aller möglichen Vorgänge entfernt, geschweige in den Zusammenhang zwischen diesen elektrolytischen Vorgängen mit den Folgezuständen, den Reizerscheinungen am Nerv, Gefäss, Muskel.

Auch der Inductionsstrom ruft, wie der constante, elektrolytische Wirkung hervor, aber entsprechend dem fortwährenden Wechsel und der nur momentanen Dauer seines Stromes in weitaus schwächerem Grade.

Elektrolytische Durchleitung von Stoffen durch den Körper. Diese bald in bejahendem (von Fabré-Palaprat und C. Beer für Jodkalium, von Orioli für Sublimat), bald in verneinendem Sinne (von Rosenthal, Remak, Pelikan und Savelieff u. A.) beantwortete Frage hat neuerdings durch v. Bruns eine eingehende Bearbeitung erfahren. v. Bruns glaubt zunächst den Durchgang des Jod von einem negativen Pol aus durch dazwischen gelegte thierische Theile zum positiven Pol unzweifelhaft bewiesen zu haben. Wenn er zwei Gläschen nahm, von denen das eine mit Jodkaliumlösung gefüllte durch hineinragende Platinstreifen mit dem negativen Pol einer Batterie, das andere nur mit reinem Wasser gefüllte ebenfalls mittelst Platinstreifen mit dem positiven Pol verbunden war; und wenn er deren mit thierischen Blasen geschlossenen Enden fest gegen einander drückte: dann nahm schon nach wenigen Secunden das Wasser in dem Gläschen des positiven Pols durch ausgeschiedenes Jod eine gelbliche, rasch dunkler und bei eingebrachtem Stärkemehl schwarzblau werdende Färbung an; in dem Gläschen an dem negativen Pol trat keine Farbenänderung ein; nur ein eingelegtes rothes Lakmuspapierchen nahm durch das sich daselbst ausscheidende Alkali in kurzer Zeit eine blaue Färbung an. — Brachte er die beiden Gläschen nicht unmittelbar zusammen, sondern drückte sie gegen ein dazwischen gelegtes Stück noch feuchten Fleisches von 2 bis 4 Ctm. Dicke, so traten ganz die Erscheinungen wie bei dem vorigen Versuch ein, mit dem einzigen Unterschiede, dass je nach der Dicke des dazwischen gelegten Fleischstückes die angegebenen Farbenveränderungen etwas, ungefähr 5—10 Minuten später, wahrgenommen wurden. — Legte er statt eines einzigen dickeren Fleischstückes mehrere dünnere Stücke dazwischen, welche auf den einander zugekehrten Flächen mit Glycerinstärkesalbe bestrichen waren, und strich er auch von der-

selben Salbe an das Platinblech in dem Gläschen des positiven Pols, dann färbte sich nach geschlossener Kette nur die Salbe in dem Gläschen durch Bildung von Jodamylum; die Salbenschichten zwischen den Fleischstückchen dagegen blieben farblos und unverändert.

Wenn die angeführten Versuche nun auch den Beweis geliefert haben, dass Jod von dem negativen zum positiven Pol durch alle Zwischenschichten hindurch herübergewandert ist, so ist man dadurch noch keineswegs zur Annahme berechtigt, dass das Jodkalium schon in dem mit dem negativen Pol verbundenen Gläschen zersetzt worden und dass das hierdurch frei gewordene Jod als solches durch das Fleisch gehend zu dem positiven Pol hin angezogen worden ist. Vielmehr wird man sich diesen Vorgang nur so erklären dürfen, dass ein Theil der Jodkaliumsolution auf dem Wege der Diffusion durch die beiden thierischen Membranen und durch das dazwischen gelegte Fleisch hindurch aus dem negativen Gläschen in das positive gelangt und erst in letzterem eine Zersetzung erleidet und Jod frei werden lässt.

Da die thierische Haut keine Diffusion zulässt, so entstand die weitere Frage, ob eine elektrische Fortleitung von Jodkalium auch durch die unversehrte, mit Epidermis bedeckte Haut stattfindet. Bruns fand nun mit Sicherheit, dass auch durch die todte menschliche Haut, durch welche im unverletzten Zustande keine Diffusion von Flüssigkeiten stattfindet, dennoch unter Einwirkung des elektrischen Stromes aufgelöstes Jodkalium hindurch getrieben werden kann, und zwar nicht blos bis in die zunächst darunter gelegenen Gewebe hinein, sondern auch einen ganzen Körpertheil hindurch und durch die entgegengesetzte Hautbekleidung wieder hinaus. An einem im Ellenbogengelenk exarticulirten Vorderarm ward das negative Gläschen mit Jodkaliumsolution auf die Rückenfläche desselben einige Querfinger breit oberhalb des Handgelenks aufgesetzt, während an der correspondirenden Volarseite des Vorderarms der positive Pol aufgesetzt ward. Nachdem der Strom 30 Minuten lang hindurchgeleitet worden war, ward die Haut in einem rechtwinkeligen Lappen abgelöst und die elektrolytische Probe auf Jod angestellt. Dieselbe ergab einen reichlichen Gehalt an Jod in dem Unterhautzellgewebe unter der Stelle, an welcher das negative Gläschen aufgesetzt worden war, einen geringeren Jodgehalt in und zwischen den Muskeln, und zwar an Menge und Ausbreitung abnehmend nach der Tiefe zu, so dass an der Beinhaut der Knochen und an der Membrana interossea eben nur noch Spuren von Jod entdeckt werden konnten; an der entgegengesetzten, d. h. an der Volarseite dieser Vorderarmpartie konnten nirgends Spuren von Jod aufgefunden werden. Derselbe Versuch an der Hand in dem Raum zwischen Daumen und Mittelhandknochen des Zeigefingers eine Stunde hindurch angestellt, ergab nicht nur in dem positiven Gläschen reichlichen Jodgehalt, sondern auch nach dem Aufschneiden

der Versuchsstelle liess sich sowohl in dem Zellgewebe unter der Haut an der Dorsal- und der Volarseite der Hand, als auch in der dazwischen gelegenen Muskelmasse die Gegenwart von Jod ganz unzweifelhaft nachweisen.

Was die Durchleitung durch den lebendigen unverletzten menschlichen Körper betrifft, so behauptet Beer mit der grössten Bestimmtheit, dass ein galvanischer „Jodstrom" durch jeden beliebigen Körpertheil hindurchgeleitet werden kann, und zwar so, dass das Jod dabei nur auf die in gerader Linie zwischen den Applicationsstellen der beiden Elektroden gelegenen Gewebe arzneilich einwirkt, dagegen kein Atom dieses durchgehenden Jods von diesem Wege abweicht und in den übrigen Körper eindringt. Da es sehr unwahrscheinlich und kaum denkbar ist, dass das in den Körper galvanisch geleitete Jod nicht durch die zahllosen Blut- und Lymphströme aufgefangen und durch den ganzen Körper verschleppt werden sollte; da in letzterem Falle ferner eine Ausscheidung in den anderen Pol nicht wohl möglich ist: unternahm Bruns eine grosse Menge von Controlversuchen, aber wenn dieselben reinlich und scrupulös angestellt waren, stets mit einem negativen Ergebniss. Selbst nach stundenlanger Durchleitung erschien in dem positiven Polgläschen nicht die geringste Spur von Jod. Dagegen war in dem Urin und Speichel der betreffenden Personen allerdings Jod nachzuweisen.

Bruns glaubt damit erwiesen, dass durch den galvanischen Strom Jodkalium auch durch solche Theile des todten und lebenden menschlichen Körpers hindurchgetrieben werden können, durch welche dasselbe auf dem einfachen Wege der Diffusion nicht hindurchgeht; er meint jedoch, dass die Umstände, unter denen ein solches Durchtreten stattfindet, und noch mehr die Art und Weise, wie dasselbe vor sich geht, durch weitere Versuche erst genauer festgestellt werden müssten.

IV. Einwirkung galvanischer und faradischer Ströme auf die Haut.

Die Haut hat an verschiedenen Körperstellen eine verschieden starke Entwickelung ihrer Nerven und Gefässe und zeigt daher in ihrem Verhalten gegen den elektrischen Strom quantitative Differenzen bei gleicher Wirkungsqualität.

Das erste Symptom bei Elektrisirung der Haut sind Empfindungen, bei schwachen Inductionsströmen die des Prickelns, bei schwachen galvanischen die von Wärme. Bei Steigerung der Stromstärke steigert sich diese Empfindung bis zu einem oft unerträglichen Schmerz, welcher bei Induction einen heftig stechenden, bei Galvanismus einen heftig brennenden und ätzenden Charakter hat. Stets sind die Empfindungen am stärksten an der Kathode.

Entsprechend dem grösseren Nervenreichthum zeigen sich Gesicht, Hals, Fingerspitze viel empfindlicher, als z. B. der nervenarme Rücken. Feuchte und sehr grosse Schwammelektroden bewirken geringen Schmerz, ja bei unpolarisirbaren Elektroden kann derselbe ganz fehlen (S. 213); am heftigsten ist derselbe bei trockenen Elektroden, bei der elektrischen Geissel und bei trockener Epidermis; denn hierbei kann der Strom nur in einzelnen sehr dichten Strömchen durch die Drüsenausführungsgänge eindringen, und jedes dieser letzteren befällt die Hautnervenendigungen mit seiner ganzen Dichte, während bei der Durchfeuchtung der Epidermis der Strom sehr verbreitert, also auch weniger dicht an jeder einzelnen Stelle zu den Nerven dringt. Der Schmerz ist endlich heftiger bei gelindem, schwächer bei sehr starkem Aufdrücken der Elektroden auf die Haut, weil die in letzterem Falle comprimirten Nerven die Empfindung nicht leiten.

In zweiter Linie werden die Hautgefässe beeinflusst, und zwar wieder vom negativen Pol am stärksten und schnellsten, wenn auch qualitativ gleich, wie am positiven. Zuerst tritt, wie Remak, Erb an gewöhnlichen, v. Ziemssen auch an unpolarisirbaren Elektroden beobachtet haben, bei galvanischen Strömen an jeder Elektrode ein Gefässkrampf (von Erb allerdings an der Anode nie beobachtet, nach v. Ziemssen an der Anode von kürzerer Dauer, als an der Kathode) und dadurch Blässe und Einsinken der Haut, sodann Gefässlähmung mit starker Hautröthe ein, welche sich bis zu Erythem-, Papel- und Quaddelbildung steigern kann. Setzt man beide Elektroden nur kurze Zeit auf die Haut auf, so zeigt sich nach Entfernung derselben die von der Anode getroffene Hautstelle roth, während die von der Kathode getroffene noch blass ist. Die secundäre Röthe ist an der Anode viel intensiver, mehr scharlachähnlich, an der Kathode blasser, mehr rosafarben, manchmal sich in's Weisse verlierend und länger andauernd. Diese Einwirkung auf die Hautgefässe hängt jedenfalls von mehreren Factoren ab, nicht etwa allein von einer Beeinflussung der peripheren Gefässnerven, sondern auch von der Contraction der glatten Muskeln der Haut (siehe später), von elektrolytischen Wirkungen.

Dass die beschriebenen Gefässänderungen sehr dauernder Natur sind, dafür spricht folgende Beobachtung Erb's. Derselbe hatte auf die Volarfläche seines rechten Vorderarmes einen Strom von 24 Elementen 4 Minuten lang stabil einwirken lassen und davon die eben geschilderten Wirkungen von Hautröthe davon getragen. Am 5. Tage war die Röthe nahezu vollständig verschwunden; nur bestand an der Stelle, wo die Anode gesessen hatte, noch eine Abschuppung der Epidermis fort. Als Erb nach zehn Tagen aus anderen Gründen ein Dampfbad nahm, erschien an derselben Stelle, wo vor zehn Tagen die Anode gelegen war, eine intensive Röthung von genau der Elektrode entsprechenden Form, welche nahezu

wieder 24 Stunden andauerte. Da, wo die Kathode gesessen war, zeigte sich keine Abnormität.

Auch der Inductionsstrom ruft zuerst Gefässkrampf und sodann nach 2—5 Minuten Gefässlähmung mit Hautröthe, Erythem, Quaddelbildung hervor, wie der constante Strom (Weber, Kölliker, Pflüger u. A.)

Zu dieser von den Gefässen ausgehenden Hautveränderung gesellt sich drittens eine chemische Wirkung, die allerdings an jedem Pol eine andere ist, da die an der Kathode elektrolytisch ausgeschiedenen Säuren anders wirken, als die an der Anode ausgeschiedenen ätzenden Alkalien (vergl. S. 283 u. 284). Ziemssen, welcher dieselbe am Genauesten studirte, machte bei Anwendung einer mässigen Stromstärke (20 Elemente) und frisch polirter Metallelektroden (unpolarisirbare Elektroden sind chemisch unwirksam, da die an den Polen frei werdenden Ionen beim Entstehen sofort durch die feuchte Thonmasse aufgesogen werden) folgende Beobachtungen: Unter der Anode wird mit lebhaft brennendem Gefühle die Haut blass nnd blutleer; sodann erhebt sich in der ganzen Ausdehnung der Elektrode eine Quaddel, die im mittleren Theil sich bräunlich färbt und beim Anritzen ein spärliches Serum mit ausgesprochen saurer Reaction gewinnen lässt.

An der Berührungsstelle der Kathode schiesst nach einer Minute ein blass-bläulich durchscheinendes stecknadelkopfgrosses Bläschen auf, das allmälig immer mehr über die Oberfläche heraustritt, grösser wird und eine Flüssigkeit von stark alkalischer Reaction enthält. Bei fortdauernder Reizung färbt sich der Inhalt bräunlich und jede Aetzstelle wird der Sitz einer ziemlich grossen, von einem rothen Hof umgebenen Quaddel.

Von den vor der Anwendung glänzend polirten metallischen Elektroden ist mittlerweile die den positiven Pol bildende, soweit sie die Haut berührt, durch Oxydirung schwarz geworden, während die Kathode glatt und unoxydirt blieb.

Nach 24 Stunden zeigt sich an der Stelle, wo die Kathode gesessen war, eine oberflächliche Eiterinfiltration, während an der Stelle der Anode die Quaddel zwar etwas abgeschwollen ist, aber an der schmutzig braunrothen Färbung und an der leichten Ablöslichkeit der Epidermis das Fortdauern eines Entzündungs- und Exsudationsprocesses erkennen lässt.

Als letztes Symptom der elektrischen Hautreizung endlich ist noch zu erwähnen bei oberflächlichem Aufdrücken der Elektroden Gänsehaut in Folge Contraction der glatten Hautmuskeln, bei stärkerem Aufdrücken Zuckung der tiefer gelegenen quergestreiften Muskeln.

V. Einwirkung galvanischer und faradischer Ströme auf Nerv und Muskel.

Die Grundlage der ärztlichen Kenntnisse von der Einwirkung auf Nerv und Muskel ist nur durch physiologische Versuche am Thiere, und meistens an dessen blosgelegten Theilen gewonnen worden. Als man ärztlicherseits daranging, die von den Physiologen mit ungemeinem Scharfsinne am Thiere gewonnenen Thatsachen darauf zu prüfen, ob sie auch für den unverletzten Menschen Geltung hätten, d. h. ob die Elektrisirung der in der Tiefe verborgenen Nerven und Muskeln von der unverletzten Haut unversehrter Organismen aus dieselben Wirkungen nach sich ziehe, wie die Elektrisirung der aus ihrem Zusammenhange mit anderen Theilen losgelösten und freipräparirten Nerven und Muskeln der Thiere: gingen die von verschiedenen Seiten gemachten Beobachtungen weit auseinander. Die Einen fanden auch am Menschen dieselben Thatsachen, wie beim physiologischen Versuche, Andere hatten geradezu entgegengesetzte Ergebnisse. Aus dem Kampfe dieser feindlichen Meinungen, die wir in diesem Abschnitt näher berühren werden, zeigten sich jedoch schliesslich die physiologischerseits gefundenen Thatsachen siegreich: auch gelang es, die Gründe der abweichenden Erscheinungen am unverletzten Organismus zu erweisen, dieselben auf die tiefe Lage der Nerven und Muskeln, auf die in Folge der vielen Zweigleitungen nur sehr schwach in die Tiefe gelangenden Ströme u. s. w. zurückzuführen.

Specifische Reaction der Nerven. Alle Nerven ohne Ausnahme reagiren, wenn sie elektrisch gereizt werden, mit ihrer specifischen Function; der sensible Nerv mit Empfindung und Schmerz, der Augennerv mit Lichtempfindung, der Gehörnerv mit Tonwahrnehmung, der Zungennerv mit Geschmackempfindung, der motorische Nerv mit Muskelzuckung, der Gefässnerv mit Gefässverengerung oder Erweiterung, der Drüsennerv mit Secretion.

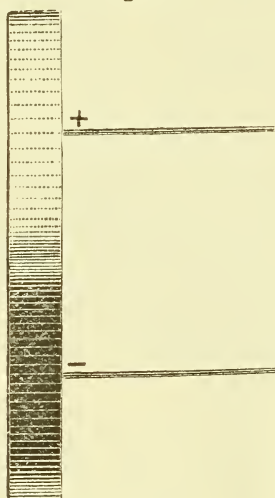
Elektrotonische Zustandsänderung des Nerven und des Muskels.

1) Am freipräparirten Nerv und Muskel. Auch wenn man an den Endorganen des Nerven, z. B. an dem Muskel keine Wirkung von dem durch den Nerven gehendenconstanten galvanischen Strom sieht, unterliegt nichtsdestoweniger der Nerv während des Durchströmtseins immer und ohne Ausnahme einer Reihe von merkwürdigen, seine Leitungsfähigkeit und Erregbarkeit beeinflussenden Veränderungen. Diesen physiologisch veränderten Nervenzustand nennt man einen „elektrotonischen“ oder mit einem Hauptwort „Elektrotonus“. Der

durchströmte Nerv heisst elektrotonisirt (auch polarisirt), der durchfliessende constante Strom der elektrotonisirende oder polarisirende. Diese Veränderungen der Leitungsfähigkeit und Erregung bezeichnet man also mit demselben Ausdruck, den Du Bois für das physikalische Verhalten der durchströmten Nerven dem Multiplicator gegenüber angewendet hat. Beide Zustände sind auch wahrscheinlich nur verschiedene Erscheinungsweisen derselben Grundveränderung, vielleicht elektrolytischer Veränderungen durch den constanten Strom.

Der einen Nerven in einer gewissen Länge durchfliessende constante Strom zerlegt denselben nämlich in zwei Abschnitte von verschiedener physiologischer Wirksamkeit. Zu beiden Seiten der negativen Elektrode oder Kathode (oder wie man auch sagt, der „katelektrotonisirten Strecke") wird beim **Schliessen des Stromes** die Erregbarkeit der Nerven erhöht; zu beiden Seiten der positiven Elektrode (Anode, also in der anelektrotonisirten Strecke) dagegen herabgesetzt. Am stärksten sind diese Erregbarkeitsänderungen immer an den Elektroden selbst und werden nach beiden Seiten schwächer. Zwischen beiden Zonen ist ein Punkt, an dem die Erregbarkeit unverändert ist, der sogenannte Indifferenzpunkt. Der Indifferenzpunkt liegt bei starken Strömen der Kathode, bei schwachen Strömen der Anode näher, und nur bei einer gewissen Stromstärke genau in der Mitte zwischen beiden Polen. Diese Erregbarkeitsänderung ist schon bei ungemein schwachen Strömen nachweisbar, erreicht aber bei zunehmender Stromstärke bald ein Maximum, indem sie dann nicht mehr an Intensität zunimmt, sondern sich nur noch weiter über den Nerven hin verbreitet. Die Veränderungen am negativen Pol treten sehr rasch, die am positiven dagegen nur sehr langsam ein (Eckhard, Pflüger).

Fig. 81.



Schema des Eckhard-Pflüger'schen Elektrotonus an Nerven. Die Stärke der Schattirung zeigt den Grad der Erregbarkeitszu- und abnahme

Aber nicht allein während des durchfliessenden polarisirbaren Stromes erleidet der Nerv eine Zustandsänderung, sondern auch nach der Oeffnung, also nach dem Aufhören des Stromes, und

zwar eine Aenderung im entgegengesetzten Sinne des vorausgegangenen Zustandes: an der vorher anelektrotonischen Strecke tritt **nach Oeffnen** des Stromes ein Zustand erhöhter, an der vorher katelektrotonischen Strecke ein Zustand verminderter Erregbarkeit auf. Letzterer dauert allerdings nur sehr kurz an und weicht einem nochmaligen Zustand erhöhter Erregbarkeit, so dass man als dauernde Folge der Stromöffnung eine Erregbarkeitserhöhung im Nerven annehmen kann.

Wirkt auf einen von einem constanten Strome in der Längsrichtung durchflossenen Nerven noch ein zweiter Reiz ein, so zeigt sich in Folge der Wirkung des ersteren eine Ab- oder Zunahme in der Wirkung dieses letzteren. Wenn z. B. dieser neue Reiz central von der durchflossenen Nervenstrecke auf den Nerv einwirkt, so dass zwischen dem Reiz und dem Muskel eine elektrotonisirte Nervenstrecke sich befindet, dann gelangt die Reizwirkung entweder nur sehr schwach oder gar nicht zum Muskel; ein vom Rückenmark aus tetanisirter Muskel erschlafft, wenn der zuleitende Nerv eine Strecke weit von einem constanten Strome durchflossen wird. Oder wenn ein Nerv von einem aufsteigenden Strome durchflossen wird, und ein Reiz zwischen dieser Strecke und dem Muskel, also peripher von der elektrotonisirten Strecke einwirkt, zeigt sich die Wirkung dieses Reizes ebenfalls geschwächt (Valentin). Ferner wenn man eine elektrotonisirte Nervenstrecke in ihrer ganzen Ausdehnung noch von einem Inductionsstrom durchfliessen lässt, zeigt sich die Wirkung des letzteren geschwächt, wenn der polarisirende Strom stark, verstärkt, wenn letzterer schwach ist, gleichgültig, ob der polarisirende Strom auf- oder absteigt (Pflüger).

Auch die Leitungsgeschwindigkeit in einer von einem polarisirenden Strome durchflossenen Nervenstrecke wird erheblich geändert, und zwar nach v. Bezold verlangsamt, sowohl im An- wie im Katelektrotonus, ja ganz aufgehoben bei sehr starken polarisirenden Strömen. Nach Rutherford und Wundt dagegen wird dieselbe nur bei den stärksten Strömen oder nach sehr langer Einwirkung schwächerer Ströme verlangsamt, bei schwachen, nicht lange dauernden Strömen in der anelektrotonischen Strecke verlangsamt, in der katelektrotonischen beschleunigt.

Ganz dasselbe ist nach v. Bezold für den Muskel der Fall, jedoch nur für die unmittelbar durchflossene Strecke; es entsteht am negativen Pol Katelektrotonus mit erhöhter Erregbarkeit, am positiven Pol Anelektrotonus mit verminderter Erregbarkeit.

2) Am unverletzten Körper. Die Frage, ob auch am **unverletzten Menschen** und Thiere durch eine von der Haut aus versuchte Durchströmung der durchströmte Nerv in ähnlicher Weise elektrotonisch verändert werde, wie der blossgelegte Froschnerv, hat die Elektrotherapeuten vielfach beschäftigt, ist aber wegen ungemeiner Schwierigkeiten in der Ver-

suchsanstellung in ganz verschiedener Weise beantwortet worden. Die beiden ersten Versuchsansteller, Eulenburg und Erb, suchten das Vorhandensein eines Elektrotonus und Katelektrotonus in dem von einem constanten Strome von der Haut aus ruhig durchflossenen menschlichen Nerven dadurch zu finden, dass sie mittelst eines Inductionsstromes prüften, ob eine von einem galvanischen Strom durchströmte Nervenstrecke eine grössere oder geringere Erregbarkeit dem Inductionsstrom gegenüber zeige. In ersterem Falle bei nachgewiesener erhöhter Erregbarkeit hätten sie den Beweis eines im Nerven vorhandenen Katelektrotonus, in letzterem Falle den Beweis eines Anelektrotonus finden zu dürfen geglaubt. Hitzig macht hierzu mit Recht folgende Bemerkung: „Wenn solche Versuche ein zu benutzendes Material ergeben sollen, so muss nothwendigerweise mindestens die Voraussetzung zutreffen, dass die Elektrode des erregbarkeitsprüfenden Inductionsstromes in einer Weise auf der äusseren Haut fixirt wird, dass auch nicht die geringste Verrückung derselben über der zu prüfenden Nervenstrecke, ferner auch nicht die geringste Veränderung des auszuübenden Druckes während der Versuchsdauer stattfindet. Denn die Bahnen besser leitender Nebenschliessungen zum Nerven sind bei allen diesen Versuchen derart gelagert, dass mit der grössten Leichtigkeit eine so bedeutende Verringerung der Stromdichte im Nerven stattfinden kann, dass die etwa eintreten könnenden elektrotonischen Veränderungen der Erregbarkeit dagegen gar nicht in Betracht kämen.“ — Ausser dieser hauptsächlichsten Fehlerquelle giebt es aber noch eine grosse Zahl anderer ganz unberechenbarer (ich nenne Veränderung der Erregbarkeit durch den Druck der aufgesetzten Elektrode, Steigerung der Erregbarkeit durch den Inductionsstrom selbst), in Folge deren eine irgend etwas entscheidende Untersuchung unmöglich ist.

In der That waren auch die Versuchsergebnisse der beiden erstgenannten Forscher einander geradezu entgegengesetzte. Eulenburg fand durchgehends eine Uebereinstimmung mit den von Eckhard und Pflüger am Froschnerven gefundenen Gesetzen, nämlich in dem Bezirk der Anode eine Abnahme, im Bezirk der Kathode eine Zunahme der Erregbarkeit. Erb fand an seinem eigenen N. ulnaris bei der Kathode eine Ab-, an der Anode eine Zunahme der Erregbarkeit, also gerade das Gegentheil der am freiliegenden Froschnerven gefundenen Thatsachen.

Von späteren Untersuchern sah Sammt bald das eine, bald das entgegengesetzte Ergebniss und führt diese Inconstanz der Reaction auf die Inconstanz der Nervenmaterie zurück; Runge giebt an, die katelektrotonische Nervenstrecke zeige nur gegen den Reiz des negativen Inductionsschlages erhöhte, gegen den des positiven Inductionsschlages verminderte Erregbarkeit; umgekehrt verhalte sich die anelektrotonische Strecke u. s. w.; die Ursache der Wirkungsdifferenz eines inducirten Stromes je nach der Application in der

Nähe des positiven oder negativen Pols eines galvanischen Stromes rühre daher nicht von einem im Nerven vorhandenen An- oder Katelektrotonus her, sondern sei nur die Folge davon, dass sich die zusammentreffenden elektrischen Kräfte je nachdem zu einander addiren, oder sich compensiren; es lasse sich das Verhältniss am einfachsten so ausdrücken: Nervenstrecken, welche unter dem Einfluss (in nächster Umgebung) einer Elektrode des constanten Stromes stehen, welcher eine gewisse Körperstrecke durchfliesst, sind erregbarer für Inductionsschläge, deren elektrische Beschaffenheit der Elektrode des constanten Pols gleichnamig ist, als für ungleichnamige (natürlich unter gehöriger Berücksichtigung des normalen Uebergewichts des negativen Inductionsschlages).

Für denjenigen, welcher sich diese Widersprüche nüchtern besieht und nicht, wie z. B. Runge, den Widerwillen mancher Praktiker gegen die Physiologie theilt, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass ein blossgelegter menschlicher Nerv dieselben Erscheinungen des Elektrotonus darbieten müsste, wie der Froschnerv, und dass am unverletzten lebenden Menschen nur deshalb solche widersprechende Thatsachen gefunden werden, weil die über den Nerven liegenden Gewebsschichten und die Art der Elektrodenanlegung so viele unberechenbare Complicationen schaffen, welche die am Thiere experimentirende Physiologie alle vermeiden kann.

Helmholtz führt die von Erb, wie oben angegeben, beobachtete Umkehr des Pflüger'schen Gesetzes am unverletzten Menschen darauf zurück, dass die Dichtigkeit des in den Körper geleiteten constanten Stromes mit der Entfernung von den Elektroden rasch abnehme, weil der Nerv des unverletzten Menschen von einer grossen Masse gut-, also den Strom ableitenden Gewebes umgeben sei. Während natürlich im Nerven unmittelbar unter den polarisirenden Elektroden die Stromdichtigkeit am grössten sei, nehme dieselbe wegen der Umhüllung des Nerven mit feuchten Leitern so rasch ab, dass schon in geringer Entfernung von den Elektroden dieselbe als für den Nerven wirkungslos betrachtet werden könne. Schon in geringer Entfernung vom positiven Pol also sei die Stromdichtigkeit so gering, dass man ohne Fehler annehmen dürfe, der Strom trete hier aus dem Nerven aus; mit anderen Worten, es befinde sich daselbst ein negativer Pol. Man werde somit schon in geringer Entfernung von dem einen Pol die Wirkungen des entgegengesetzten Pols nachweisen können. In den Erb'schen Versuchen werde man demnach, wenn man die erregende Elektrode nicht nahe genug an die polarisirenden Elektroden heranbringen könne, in der Nähe der Anode die Erscheinungen des normalen Katelektrotonus erhalten, in der Nähe der Kathode die des normalen Anelektrotonus. Erb fand in der That, als er diese Helmholtz'sche Meinung einer erneuten Prüfung unterwarf und in einer neuen Versuchsanordnung den prüfenden Reiz des inducirten Stromes (die reizende Elektrode

war in der Mitte der elektrotonisirenden Elektrode angebracht) genau an der Stelle der grössten Stromdichtigkeit einwirken liess, nur Ergebnisse, die mit den elektrotonischen Erscheinungen am Froschnerven genau übereinstimmten, nämlich Erregbarkeitserhöhung im kat-, Erregbarkeitsverminderung im anelektrotonischen Gebiete des Nerven.

Beim Zuckungs- und Reactionsgesetze des Nerven (S. 300) werden wir auf diese Angelegenheit von einem anderen Gesichtspunkte aus nochmals zu sprechen kommen.

Die Erregungswirkung constanter Ströme auf die Nerven und Muskeln.

1) An centrifugalen (motorischen) Nerven rufen ruhig und stabil durchfliessende constante Ströme meist keine in die Augen fallende Erregung hervor, so dass also z. B. der zugehörige Muskel während der Durchströmungsdauer nicht zuckt, die zugehörige Drüse nicht secernirt. Nur sehr heftige Ströme können in Folge eingeleiteter Elektrolyse und Polarisation (Du Bois), sehr schwache absteigende auch ohne Polarisation, aus nicht geklärter Ursache (doch wahrscheinlich von der Kathode ausgehend) ausnahmsweise Tetanus hervorrufen (Pflüger). Dagegen tritt Erregungsvorgang im Nerven und Zucken des zugehörigen Muskels ein, wenn der den Nerven durchkreisende Strom plötzlich aufhört, oder wenn ein Nerv plötzlich von einem Strom durchflossen wird, also bei plötzlichem Oeffnen oder Schliessen des Stromes, oder wenn der Strom plötzlichen starken Dichtigkeits- (Intensitäts-) schwankungen unterliegt. Je plötzlicher die Intensitätsschwankungen des elektrischen Stromes vor sich gehen, um so intensiver ist die Nervenerregung; und selbst sehr schwache Ströme vermögen noch den zum Nerv gehörigen Muskel zum Zusammenziehen zu zwingen, wenn sie nur sehr rasch in den Nerven ein- oder aus demselben ausbrechen.

Allerdings hat auch dies seine Grenze. Wenn die Zeitlänge, in der ein Strom durch einen Nerven strömt, unter 0,0015 Secunden beträgt, giebt es keine Zuckung mehr, auch wenn der Strom noch so stark ist; doch genügt zur vollen Wirkungsgrösse die ungemein kleine Durchströmungsdauer von 0,018 Secunden (Helmholtz, König). Der Muskel ist durch kurzdauernde Ströme viel schwerer erregbar als der Nerv, weil sich in ersterem die Veränderungen durch den Strom, auf deren Werden oder Vergehen die Erregung beruht, viel langsamer ausbilden. Umgekehrt bewirken selbst die stärksten Ströme nur wenig oder gar keine Erregung im Nerven, wenn sie nur ganz allmälig verstärkt oder geschwächt werden und sich, wie man sagt, in denselben ein- oder an demselben ausschleichen. Mit zunehmender Stromstärke nimmt die erregende Wirkung positiver Stromesschwankungen anfangs zu, dann wieder

ab, die erregende Wirkung negativer Schwankungen anfangs ab und später zu.

Eine Ausnahme unter den centrifugalen Nerven machen nach Grützner nur die gefässerweiternden Nerven der Haut, welche auch bei ruhiger Durchströmung mit einem constanten Strom eine Erweiterung der Hautgefässe bewirken.

2) Dagegen sind die centripetalen (sensiblen) Nerven, soweit sie sich überhaupt dem elektrischen Strome unterthan zeigen, neben der auf Schwankungen der Dichtigkeitscurve in beiderlei Sinne auftretenden Wirkung auch einer Reaction auf die Fortdauer der Strömung in beständiger Grösse fähig (Du Bois). Wenn man mit Volta und Grützner die befeuchteten Elektroden einer mässig starken Säule auf eine beliebige Hautstelle, z. B. auf die befeuchtete Haut des Vorderarmes aufsetzt, so empfindet man je nach der Stärke des Stromes einen lokalen Schmerz, der gewöhnlich an der negativen Elektrode grösser ist, als an der positiven. Werden die Elektroden verschoben, so kommt man bald zu Stellen, deren Erregung viel empfindlicher ist, und einen Schmerz nicht blos an den gereizten Stellen, sondern wesentlich auch an entfernt gelegenen peripheren Partien verursacht, z. B. an der Haut, wenn die Elektroden unterhalb des Ellenbogengelenkes aufgesetzt sind. Lässt man an curarisirten jungen Hunden den centralen Ischiadicusstumpf mit stabilen constanten Strömen durchfliessen, so tritt reflectorisch eine bedeutende Blutdrucksteigerung mit gleichzeitiger Pulsbeschleunigung auf. Bei morphinisirten Kaninchen bewirkt ein den Vagus aufsteigend durchfliessender Strom während der ganzen Dauer Exspirationsstillstand und verlangsamte Athmung.

Das sind die 3 Thatsachen, welche mit aller Sicherheit eine dauernde Erregung sensibler Nervenstämme am Menschen und Thiere durch den ruhig (stabil) durchkreisenden constanten Strom beweisen. Andere auf Erregung durch gleichmässig kreisende constante Ströme zurückgeführte Erscheinungen sind nicht so rein beweisend, weil bei denselben immer gleichzeitig die Endorgane mitgereizt sind und die Endorgane ganz andere Eigenschaften gegen den elektrischen Strom haben können, als die Nervenstämme: wenn also z. B. die Haut unter den Elektroden heftig schmerzt, das Auge Licht-, das Ohr Schallempfindung hat auch bei gleichmässig ruhiger Durchströmung u. s. w.

Jedenfalls kann man im Allgemeinen aus den obigen Thatsachen schliessen, dass die scheinbare Wirkungslosigkeit des ruhig einen Nerven durchfliessenden Stromes nicht davon rührt, dass der Strom überhaupt wirkungslos ist, sondern nur daher, dass das zum Nerven gehörige Endorgan auf die betreffende Nervenänderung nicht reagirt.

3) Auch der durchströmte Muskel beantwortet im Allge-

meinen nur Stromschwankungen, nicht dagegen ruhige Durchströmung mit einer Zuckung. Der Frosch- wie der Muschelmuskel (Wundt, Fick) verkürzt sich beim Schliessen eines ihn durchströmenden constanten Stromes; diese Verkürzung dauert während des Durchströmens längere Zeit an, um erst allmälig wieder nachzulassen.

Wirkungen der Stromöffnung und -schliessung, der Stromrichtung, sowie der einzelnen Pole auf den blossgelegten Nerven und Muskel.

Es ist nicht gleichgültig, in welcher Richtung der Strom den Nerven durchfliesst; je nachdem der Strom ein aufsteigender (Anode am peripheren, Kathode an der central gelegenen Nervenstrecke) oder ein absteigender (Anode an der central, Kathode an der peripher gelegenen Nervenstrecke) ist, zeigen sich bei Oeffnung und Schliessung des Stromes ganz verschiedene Reizwirkungen.

Am blossgelegten motorischen Nerven hat in dieser Richtung Pflüger, eine grosse Reihe vorausgegangener Untersuchungen abschliessend, folgendes „Zuckungsgesetz“ aufstellen können:

Stromstärke:	Aufsteigenden Stromes		Absteigenden Stromes	
	Schliessung:	Oeffnung:	Schliessung:	Oeffnung:
Stark.	Ruhe.	Zuckung.	Zuckung.	Ruhe.
Mittelstark.	Zuckung.	Zuckung.	Zuckung.	Zuckung.
Schwach.	Zuckung.	Ruhe.	Zuckung.	Ruhe.

Pflüger erklärt diese eigenthümlichen Thatsachen sehr befriedigend durch die Annahme (Pflüger'sches Zuckungsgesetz), dass der Nerv immer nur an der Einen Elektrode erregt wird, und zwar an der Kathode bei der Schliessung, an der Anode bei der Oeffnung, oder mit andern Worten: durch das Entstehen des Katelektrotonus (Eintritt des Zustands erhöhter Erregbarkeit) und durch das Verschwinden des Anelektrotonus (Aufhören des Zustandes verminderter Erregbarkeit); d. i. also in beiden Fällen doch plötzliche Steigerung der Erregbarkeit. Folgende Erklärungen werden zum Verständnisse genügen:

a. Bei der Schliessung eines starken aufsteigenden Stromes auf den Nerven tritt deshalb keine Zuckung des dazu gehörigen Muskels auf, weil diejenige Nervenstrecke, welche unter dem Einfluss der Anode steht, leitungsunfähig wird (vergl. S. 292 u. 293) und,

da sie zwischen der Kathode und dem Muskel sich befindet, die an der Kathode eintretende Erregung nicht bis zum Muskel gelangen lässt.

Bei der Oeffnung eines starken absteigenden Stromes bleibt der Muskel ruhig, weil nun die dem Muskel näher liegende katelektrotonische Strecke nicht mehr die bei der Anodenöffnung oberhalb eintretende Erregung bis zum Muskel gelangen lässt.

Dagegen zuckt der Muskel bei der Oeffnung eines starken aufsteigenden und der Schliessung eines starken absteigenden Stromes, weil im ersten Falle die nach der Oeffnung erregte anelektrotonische, im letzteren Falle die beim Schliessen erregte katelektrotonische Strecke ohne Weiteres ihre Erregung bis zum Muskel gelangen lassen kann.

b. Bei Strömen von mittlerer Stärke wird nirgends die Leitungsfähigkeit des Nerven ganz aufgehoben und es kann daher, mag die Erregung an der central oder peripher gelegenen Elektrode auftreten, dieselbe immer ohne Anstand bis zum Muskel gelangen, und es tritt daher bei jeder beliebigen Anordnung Zuckung des Muskels ein.

c. Sehr schwache Ströme unterbrechen nirgends die Nervenleitung, können aber nur mit ihrer wirksamsten Anordnung den Muskel überhaupt zur Zuckung bringen; diese wirksamste Anordnung besteht aber in Schliessung des aufsteigenden und absteigenden Stromes, weil jede Schliessungserregung die Oeffnungserregung an Stärke übertrifft, und weil Reizung der vom Muskel entfernteren Nervenstrecke wirksamer ist, als die der näher gelegenen.

Auch der sensible Nerv reagirt auf die Stromrichtung in gleichmässiger Weise, wie der motorische, nur dass entsprechend dem umgekehrten Ansatz der empfindenden Endorgane (des Rückenmarks und Gehirns) die umgekehrten Stromrichtungen wirksam sind (Marianini, Pflüger). Starke auf sensible Nervenstämme applicirte Ströme rufen aufsteigend nur bei Schliessung, absteigend nur bei Oeffnung Reflex hervor, während umgekehrt der an demselben Nerven hängende Muskel nur bei der Oeffnung des aufsteigenden und Schliessung des absteigenden Stromes zuckt; mittelstarke Ströme rufen bei jeder Richtung Schliessungs- und Oeffnungsreflexe, schwache nur bei Schliessung Reflexe hervor, so dass sich folgendes Reactions- oder Reflexgesetz aufstellen lässt:

Stromstärke:	Aufsteigenden Stromes		Absteigenden Stromes	
	Schliessung:	Oeffnung:	Schliessung:	Oeffnung:
Stark.	Reflex.	Ruhe.	Ruhe.	Reflex.
Mittelstark.	Reflex.	Reflex.	Reflex.	Reflex.
Schwach.	Reflex.	Ruhe.	Reflex.	Ruhe.

Ausnahmen vom Pflüger'schen Zuckungs- bezw. Reflexgesetze rühren theilweise von Beobachtungsfehlern, theilweise davon her, dass man irrigerweise die Durchströmung von Nervenendorganen mit der von Nervenstämmen identificirte; theilweise aber auch von Zustandsunterschieden der Nerven selbst, z. B. Absterben des Nerven. Absterbende Nerven geben bei schwachem aufsteigenden Strome zuerst nur Schliessungs-, nach einiger Zeit Schliessungs- und Oeffnungs- und schliesslich nur noch Oeffnungszuckungen und zwar deshalb, weil im abgeschnittenen absterbenden Nerven zuerst der obere, später der untere Theil der erregbarere wird (v. Bezold und Rosenthal).

Auch für den Muskel hat das Pflüger'sche Erregungsgesetz seine volle Gültigkeit; die Schliessungszuckung geht nur von der Kathode, die Oeffnungszuckung nur von der Anode aus. v. Bezold hat dies für den frischen Muskel, Schiff und Hermann für den absterbenden und ermüdeten Muskel nachgewiesen; namentlich bei letzterem ist dies besonders leicht und deutlich zu demonstriren, da sich an einem solchen keine allgemeine Zuckung des Muskels mehr einstellt, sondern bei der Schliessung nur an dem negativen Pole, bei der Oeffnung nur an dem positiven Pole eine Muskelwulst bildet.

Zuckungs- und Reactionsgesetz am unverletzten lebenden Organismus.

Auch hier zeigt sich eine ähnliche Verwirrung in den Erscheinungen, wie bei dem Elektrotonus des Nerven im lebenden unverletzten Menschen (vergl. S. 293), in Folge derselben Umstände und derselben Fehlerquellen. Jedoch hat für die Elektrotherapie die Frage nach dem Reactions- und Zuckungsgesetz des lebenden Menschen eine viel grössere Bedeutung gewonnen, weil die hier hereinfallenden Erscheinungen jedem Beobachter leichter zugänglich, weil die Versuche selbst von Ungeübten leicht anzustellen sind, und endlich, weil man aus den in dieser Beziehung am Menschen gemachten physiologischen Beobachtungen sogleich grosse und folgenschwere elektrodiagnostische und elektrotherapeutische Gesetze formuliren zu dürfen glaubte. Es ist daher nöthig, die ganze Angelegenheit ausführlich und möglichst klar für das ärztliche Verständniss auseinander zu setzen.

Als von besonderer Wichtigkeit und als Ausgangspunkt einer eingehenden wissenschaftlichen Behandlung dieser ganzen Frage müssen die fleissigen und durchaus anerkennungswerthen Arbeiten Brenner's angesehen werden; die beste, unpartheiischeste und von wissenschaftlichem Geiste durchdrungene kritische Sichtung derselben aber verdanken wir Hitzig, an dessen Ausführungen daher die folgende Skizze sich anlehnt.

Schon früher hatten Fick, Valentin, Bernard, Schiff an Menschen und unverletzten Thieren beobachtet, dass die Schliessungszuckung, unabhängig von der Stromrichtung, beträchtlich überwiegt, oder allein auftritt, wahrscheinlich weil den Nerven von der Haut aus nur schwache Stromzweige treffen, und diese nur, wie wir oben (S. 299 c) gesehen, Schliessungszuckungen bewirken.

Brenner hatte sodann zuerst an einem sensiblen menschlichen (natürlich nicht freigelegten) Nerven, an dem Acusticus gefunden, dass das Ergebniss der Reizversuche an diesem Nerven durch das Pflüger'sche Gesetz in einer nirgends sonst zu erreichenden Vollkommenheit gedeckt wird, dass bei der Galvanisirung mit der Anode nur Anelektrotonus und bei der Galvanisirung mit der Kathode nur Katelektrotonus in die Erscheinung tritt. Wie später ausführlicher auseinander zu setzen ist, antwortet nämlich der gesunde Acusticus auf alle überhaupt wirksamen Stromintensitäten mit seiner specifischen Energie, d. i. mit einer Tonwahrnehmung — bei der Kettenschliessung, wenn sich die Kathode, ferner bei der Kettenöffnung, wenn sich die Anode im äusseren Gehörgange befindet; bei den beiden anderen Reizmomenten, nämlich Kathodenöffnung (Kathode im Ohre) und Anodenschliessung (Anode im Ohre) kommt es niemals zu einer Gehörssensation.

Bei galvanischer Durchströmung der motorischen Nerven des Menschen hatte Brenner ein mit der Pflüger'schen Zuckungsformel am Froschnerven nicht übereinstimmendes Ergebniss. Zwar zeigte sich, dass relativ schwache Ströme genau wie beim Frosch-, so auch beim menschlichen motorischen Nerven nur Schliessungszuckungen, mittelstarke Ströme sowohl Schliessungs- wie Oeffnungszuckungen bewirkten; dagegen riefen die stärksten Ströme am menschlichen Nerven dieselbe Reaction (d. i. sowohl Schliessungs- als Oeffnungszuckung), wie mittelstarke Ströme hervor, während, was wir ja oben zeigten, beim Froschnerven die stärksten Ströme beim Aufsteigen nur Oeffnungs-, beim Absteigen nur Schliessungszuckungen auslösen. Zugleich glaubte Brenner gefunden zu haben, dass immer nur die centrale, über dem Nerven stehende Elektrode für den Reizeffect entscheidend sei; es komme immer die Wirkung derjenigen ausschliesslich oder vorwiegend zur Geltung, welche dem physiologisch differenten, dem erregbareren, d. i. centraleren Ansatzpunkte entspricht.

Ferner glaubt Brenner, wie beim Acusticus, so auch bei den motorischen Nerven des Menschen gefunden zu haben, dass es für das Zustandekommen oder Nichtzustandekommen dieser Zuckungen beim unverletzten Menschen gleichgültig sei, ob sich beide Elektroden, oder ob sich nur eine Elektrode auf dem Nerven und die andere an einer weit entfernten Körperstelle befindet. Aus folgender Tabelle ist zu ersehen, dass die Muskelzuckung auch dann eintritt, wenn sich nur die Anode oder nur die Kathode auf dem Nerven befindet. Wenn man z. B. auf dieselben leicht erreichbaren Punkte

der gleichen Nerven auf beiden Seiten des Körpers die zwei Elektroden so aufsetzt, dass die Anode auf den linken, die Kathode auf den rechten gleichnamigen Punkt zu liegen kommt, so zeigt sich bei der Schliessung des Stromes nur eine Zuckung auf der Kathodenseite, bei der Oeffnung nur auf der Anodenseite.

Folgende Tabelle möge das verschiedene Verhalten des menschlichen und des Froschnerven übersichtlich neben einander geordnet darstellen:

Stärke der angewendeten Ströme.	Kathode auf dem Nerven oder aufsteigender Strom.				Anode auf dem Nerven oder absteigender Strom.			
	Schliessung.		Oeffnung.		Schliessung.		Oeffnung.	
	Mensch	Frosch	Mensch	Frosch	Mensch	Frosch	Mensch	Frosch
Schwach	Z	Z	—	—	Z	Z	—	—
Mittelstark	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
Stark	Z	—	Z	Z	Z	Z	Z	—

Die Möglichkeit, einen elektrischen Strom in einer bestimmten Richtung durch einen Nerven oder Muskel des unverletzten menschlichen Körpers zu leiten, entbehrt nach Brenner der methodischen Zuverlässigkeit. Man müsse daher bei der elektrischen Untersuchung und Behandlung den das Object derselben bildenden Nerven möglichst unter den Einfluss derjenigen Elektrode versetzen, deren specifische Wirkung dem Zwecke der Untersuchung oder Behandlung entspricht; die andere Elektrode solle man möglichst weit von diesem Nerven entfernt auf einen gleichgültigen Körpertheil aufsetzen. Solle der Nerv also beruhigt werden, so müsse auf denselben nur die die Erregbarkeit herabsetzende Anode aufgesetzt; solle er gereizt werden, so dürfe er nur der Kathode unterworfen werden. Da die im Bereiche jeder einzelnen Elektrode während des Kettenschlusses und bei der Oeffnung auftretenden Wirkungen entgegengesetzter Natur sind (siehe S. 298 und folgende), so müsse man diesen ungewollten Effect zu vermeiden suchen durch den Kunstgriff des Ein- und Ausschleichens[1]); wolle man nur die Wirkungen der Stromschliessung, dann müsse man die Kettenöffnung

[1]) Unter Einschleichen des Stromes versteht man das Verfahren, die Elektroden zuerst stromlos oder ungemein stromschwach aufzusetzen und den Strom nur ganz allmälig zu verstärken, so dass keine plötzliche Schwankung eintritt. Der Strom wird ausgeschlichen, indem man ihn ganz allmälig und langsam schwächt.

durch Herausschleichen aus der Kette umgehen; wolle man nur die Wirkungen der Kettenöffnung, dann müsse man den Strom vorsichtig einschleichen.

Es lässt sich, wie schon Erb und später Hitzig des Weiteren ausführt, nicht leugnen, dass diese Theorie einer rein polaren Beeinflussung des Nerven durch den galvanischen Strom, sowie die darauf aufgebaute polare Reizmethode in ihrer Einfachheit und in ihrer Anlehnung an sichere physiologische Thatsachen etwas sehr Bestechendes hat; allein folgende Gründe beweisen nichtsdestoweniger, dass dieselbe unhaltbar ist.

Zunächst muss, wenn auch nur der eine Pol auf dem Nerven, der andere Pol an einer weit entfernten Körperstelle aufsitzt, der von letzterem Pol kommende Strom doch an irgend einer Stelle oder Strecke des Nerven in denselben einbrechen; es müssen also, wie schon eine oberflächliche Ueberlegung ergiebt, in jedem Nerven stets 2 Pole vorhanden sein, auch wenn nur eine einzige Elektrode auf diesen aufgesetzt ist. Schon aus der Schliessungszuckung bei der auf den Nerven einzig aufgelegten Anode hätte Brenner auf einen in diesem Nerven entstehenden Katelektrotonus schliessen müssen. Brenner selbst hat diese Schwierigkeit umgangen, indem er sich einfach nirgends darüber ausspricht, wie er sich eigentlich seine polare Wirkung und wie er sich das Uebergreifen der einen Elektrode in den Bereich der anderen gedacht hat. Hitzig glaubt daher mit Recht, wenn Brenner sich zu einer klaren Anschauung des Punctum saliens hindurchgerungen hätte, würde er seine Theorie der polaren Methode wahrscheinlich nicht aufgestellt haben. Schon aus den oben mitgetheilten Erb'schen Versuchen war es klar geworden, dass der Austritt des Stromes aus dem Nerven in einen Körpertheil von anderer Zusammensetzung z. B. in den Muskel die Wirkung der Kathode hat, und dass dieser Uebertritt bereits in nächster Nähe der wirklichen Anode stattfindet.

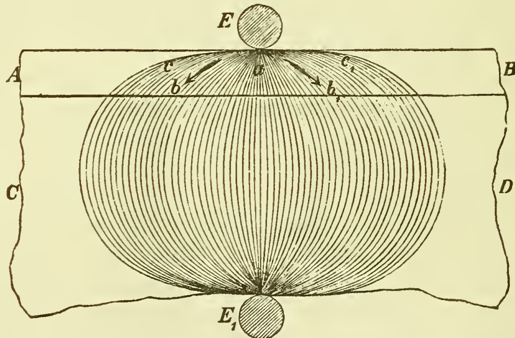
Filehne hat weiterhin durch directe Versuche die Ursache der Unterschiede zwischen den physiologischen und elektrotherapeutischen Zuckungsgesetzen aufzuklären vermocht. Er wies nach, dass die Differenz der Zuckungsgesetze beim Frosche und Menschen nur ihren Grund hat in dem Fehlen oder in der Anwesenheit benachbarter Leiter und in der Stärke des elektrischen Stromes, welche je nach der Stärke der Bedeckung des Nerven natürlich eine sehr verschiedene sein muss, und nicht etwa, wie bereits einige Aerzte vorschnell schliessen wollten, auf einem Unterschiede in den Lebenseigenschaften des Froschnerven, des menschlichen Acusticus einer- und der übrigen menschlichen Nerven andererseits beruht. Das Zuckungsgesetz des menschlichen motorischen Nerven hat auch für den Froschnerven Gültigkeit, wenn man letzteren nur unter dieselben Bedingungen versetzt, wie man sie beim motorischen Nerven der lebenden Menschen stets vorfindet, nämlich wenn man auf den Froschnerven ein Stück Muskelfleich auflegt und demnach eine

den Muskeln des lebenden Menschen ähnliche Nebenschliessung herstellt. Wenn Filehne die eine Elektrode auf den Nerven, die andere auf das Fleisch aufsetzte, so erzielte er bei Anwendung von schwachen und mittleren Stromintensitäten dasselbe Zuckungsgesetz, wie es Brenner für den unversehrten Menschen aufgestellt hat, und zwar gleichgültig, an welchen Stellen des Muskels die eine Elektrode angelegt war. Mochte der Strom im Nerven scheinbar auf- oder absteigend kreisen, das Ergebniss sämmtlicher Anordnungen war stets das gleiche: die auf den Nerven gelegte Kathode wirkte wie ein aufsteigender Strom, sowohl wenn die Anode peripher, als wenn sie central von der Kathode auf den Muskel aufgelegt war; die Anode ebenfalls in beiden Fällen wie ein absteigender Strom.

An der Hand der bekannten Gesetze über die Stromvertheilung erklärt Filehne diese (also an seinem Froschpräparat in gleicher Weise, wie am Menschen von Erb gefundene) Thatsache auch in ähnlicher Weise, wie Helmholtz die Erb'schen Ergebnisse erklärt hat, und fasst die Reizung mit einer Elektrode so auf, als ob gleichzeitig sowohl oberhalb (central), als unterhalb (peripherisch) die andere Elektrode angebracht wäre.

Folgendes, an das von Filehne gezeichnete sich anlehnende Bild mag dieses Verhältniss am besten erklären.

Fig. 82.



Schema der Stromausbreitung in einem mit Fleisch bedeckten Muskel nach Filehne.

AB sei ein Stück Nerv, *A* das centrale, *B* das periphere Ende desselben, *CD* ein darauf gelegtes Fleischstück, *E* und E_1 seien die Elektroden, d. i. der Ort des Einbrechens des Stromes. Die grösste Stärke hat der Strom im Bereiche der Queraxe des Nerven bei *a*; die geringste Stärke ist in den Bezirken *c* und c_1, während bei *b* und b_1 die Stärke eine mittlere ist. Da quer verlaufende Ströme den Nerven nicht erregen (siehe S. 311), werden

die bei *a* verlaufenden Stromfäden trotz ihrer grössten Stärke den Nerven nicht erregen. Die Stromfäden bei *c* und c_1 und noch mehr die bei *b* und b_1 dagegen werden wirksam sein können. Man sieht aber, wie von *a* nach *b* und von a nach b_1 die Stromzweige divergiren und wie auf der einen Seite, wenn *E* beispielsweise die Anode darstellt, ein aufsteigender Strom von *a* nach *b* und ein absteigender Strom von *a* nach b_1 den Nerven durchzieht (ganz gleich, nur mit Umkehrung der Stromrichtung würde sich die Sache verhalten, wenn *E* die Kathode wäre); ferner ist es klar, dass *b* und b_1, wo der Strom den Nerven verlässt, als negative Pole betrachtet werden müssen, dass demnach peripher und central von der Anode in nächster Nähe katelektrotonische Nervenstrecken sich befinden. Endlich wird deutlich, dass es gleichgültig sein muss, ob man den Platz der Elektrode E_1 auf dem Muskel ändert, da der Querschnitt des Stromes im Muskel so gross ist, dass der Stromkegel bei Verschiebung der einen Elektrode sich nur wenig ändern kann. Den Reizeffect freilich bekommt man nur an dem einen, dem peripheren Ende zu sehen, aber einfach aus dem Grunde, weil sich nur auf dieser Seite der den Erregungsvorgang zur Anschauung bringende Endapparat befindet.

Die Richtigkeit obiger Annahmen konnte auch noch durch einen directen Versuch bewiesen werden. Der Nerv wurde über 3 Elektroden gebrückt, welche je 2 Mmtr. von einander entfernt waren; die mittlere Elektrode war mit dem einen Pol, die beiden äusseren gemeinsam mit dem anderen Pol in Verbindung; durch einen Stromwender konnte die mittlere Elektrode nach Bedürfniss zur Anode oder zur Kathode gemacht werden. Damit war die ursprüngliche Annahme von diesen 2 Ausströmungsstellen in die Wirklichkeit übersetzt. Wie vorauszusehen war, fielen die Reizwirkungen so aus, als wenn nur die mittlere Elektrode dem Nerven und die andere dem Fleisch angelegt gewesen wäre.

Ferner hat Filehne auch gezeigt, dass für Warmblüter (Kaninchen) bei Anwendung allerstärkster Ströme genau das Zuckungsgesetz wie beim Froschnerven gilt, und dass beim Menschen diese letztere Zuckungskategorie nur ausbleibt, weil so starke Ströme nicht angewendet werden können. Legte er die Kathode einer 50elementigen Batterie auf die Haut oberhalb des N. peronaeus eines Kaninchens, so blieb der Fuss während der Schliessung und während des Schlusses ruhig; bei der Oeffnung wurde der Fuss lebhaft in Dorsalflexion geschnellt; bei Reizung mit der Anode dagegen trat nur Schliessungs- und keine Oeffnungszuckung mehr ein. Ferner zeigte F., dass auch beim Frosche die dritte Zuckungskategorie ausbleibt, wenn man den Nerven mit einer bei unmittelbarer Anlegung wirksam gefundenen Stromstärke nicht unmittelbar reizt, sondern, wie beim Menschen, durch Haut und aufgelegtes Fleischstück hindurch. Bei einem Frosche wurde die eine Elektrode unmittelbar auf den Nerven, die andere an irgend eine andere

Körperstelle gelegt; bei einer aus 6 Elementen bestehenden Kette zeigt sich schon das Zuckungsgesetz stärkster Ströme, nämlich bei Auflegung der Kathode auf den Nerven nur Oeffnungs-, der Anode nur Schliessungszuckung (vergl. S. 298 u. 301). Bei einem anderen Frosche wurde in elektrotherapeutischer Weise das Thier nicht verletzt und die Elektrode nur über der unverletzten Haut und den Muskeln oberhalb der Nerven aufgesetzt; jetzt gaben 18 Elemente noch Schliessungs- und Oeffnungszuckung für beide Elektroden. Bei Anwendung von 30 Elementen jedoch blieb die Schliessungszuckung der Kathode und die Oeffnungszuckung der Anode aus. Der Frosch schrie bei dieser Procedur, die ganze Körpermusculatur gerieth in Tetanus, und seltsam contrastirte hiermit die Ruhe des Gastrocnemius zur Zeit der Schliessung, wenn mit der Kathode gereizt wurde.

Endlich prüfte F. auch das Verhalten des Nerven, wenn nicht eine, sondern alle zwei Elektroden, nicht zu nahe an einander, diesen selbst berühren. Brenner hatte, wie bereits oben (S. 301) angegeben ist, hierbei immer nur die centrale Elektrode als die ausschlaggebende gefunden und dieselbe deshalb die „differente" genannt. Nach der Auffassung Filehne's muss auch in einem solchen Falle ein System von 4 oder 5 Stromschleifen im Nerven kreisen; es fragte sich deshalb, wie sich die durch zwei Doppelstromsysteme hervorgerufenen Erregungen combiniren, und welcher Elektrode der Muskel die jedesmalige Zuckung verdankt. Er fand durch einschlägige Versuche, dass nur bei den schwächsten Strömen die Zuckungsform ihre Entstehung der centralen Elektrode verdankt, wie Brenner angegeben, dass dagegen bei starken Strömen auch die periphere Elektrode die „differente" ist.

Mit allen oben angeführten Untersuchungen also ist, wie Hitzig des Weiteren ausführt, der Beweis geliefert, dass bei Auflegung auch nur einer einzigen Elektrode auf einen peripheren Körpernerven, also bei der polaren Methode, dasselbe von zwei, aber entgegengesetzt gerichteten Strömen, welche beide Reizeffecte hervorrufen können, durchflossen wird. Es ist deshalb in therapeutischer Hinsicht eben einfach mit der Gültigkeit der Theorien sowohl von der polaren, als der Richtungsmethode für diesen Nerven und allen ihm ähnlichen vorbei. Was zunächst die polare Methode angeht, so ist nach dem jetzigen Stand unseres Wissens nicht einzusehen, wie man von der Wirkung des einen scheinbar dem Nerven angelegten Pols etwas Besonderes und ihm Eigenthümliches erwarten kann, sobald nachgewiesen ist, dass sich in Wirklichkeit nicht nur auch der andere Pol (sogar an 2 Nervenstrecken) auf dem Nerven befindet, sondern dass die wahrnehmbaren Reizwirkungen auch von diesem herzuleiten sind; wenn ferner nachgewiesen ist, dass in der That 2 wirksame Ströme von ganz bestimmter und daher vorher zu bestimmender Richtung im Nerven

kreisen. Wollte man sich aber gar von der durch Auflegung beider Elektroden auf den Nerven bedingten Stromrichtung irgend etwas Specifisches für denselben versprechen, so würde dies angesichts der 4 in entgegengesetzter Richtung in ihm kreisenden Ströme erst recht jeder thatsächlichen Begründung entbehren.

Welches die Ursachen sind, dass der Acusticus nicht wie die anderen menschlichen Nerven reagirt, wird beim Gehörorgan (S. 346 u. folg.) eingehender auseinandergesetzt werden.

Wie wirkt plötzliche Umkehr der Stromrichtung?

Eine vollständige Umkehr der Stromrichtung (unnöthigerweise auch Volta'sche Abwechselung oder Volta'sche Alternative genannt), etwa mittelst eines Stromwechslers, so dass also plötzlich der positive Strom da einbricht, wo soeben der negative Pol war: ist bei gleich bleibender Stromstärke ein bedeutend (um das Doppelte) stärkerer Nervenreiz, als einfache Schliessung und Oeffnung des Stromes; einmal, weil auch die Stromschwankung um das Doppelte grösser ist; sodann bei bereits vorausgegangener Durchströmung, weil durch das vorausgegangene ruhige Fliessen des Stromes eine Steigerung der Erregbarkeit des betreffenden Nerven gegen entgegengesetzte Ströme bewirkt worden ist (vergl. S. 309 und folgende). Je plötzlicher die Umkehr des Stromes, um so stärker ist der Reiz. Bei pathologisch sehr herabgesetzter Nervenerregbarkeit kann man oft nur noch durch Stromwendung Zuckung hervorrufen. Man kann durch Stromwendung bei gleichbleibender Stromstärke, welche im Anfange höchstens eine ganz schwache Zuckung bewirkte, schliesslich sogar ganz heftige Zuckungen auslösen. Es giebt daher keine Constanz in der Reaction desselben Nerven gegen denselben Strom, weil schon einige wenige Stromschliessungen und -öffnungen den Nerven reizempfänglicher machen.

Brenner unterscheidet daher namentlich zu elektrodiagnostischen Zwecken 3 Erregbarkeitsarten des motorischen Nerven: die primäre Erregbarkeit (E I), d. i. die zur Hervorrufung einer Kathodenschliessungszuckung nöthige minimale Stromstärke; die secundäre Erregbarkeit (E II); hier ist der Nerv bereits längere Zeit von einer zur Hervorrufung von KSZ minimalen Stromstärke durchflossen und der Strom mehrmals geöffnet und geschlossen worden und der in dieser Weise höchst mögliche Grad der Nervenerregbarkeit erreicht; die tertiäre Erregbarkeit (E III), d. i. die Bestimmung der niedrigsten Stromstärken, bei denen durch Stromwendung, dem mächtigsten elektrischen Reizmittel, noch Zuckungen erzielt werden.

Uebrigens darf die Zunahme der Erregbarkeit beim Menschen nicht rein auf eine Modification der Erregbarkeit der Nerven allein bezogen werden; sondern dieselbe ist zum Theil durch die Herabsetzung der Leitungswiderstände während des Versuchs, durch die

Aufweichung der Epidermis bei lange aufsitzender Elektrode bedingt (Remak, Brenner). Auch v. Ziemssen erklärt die dem elektrisirenden Arzte oft sehr imponirende Besserung der Reaction nach längerer Einwirkung des Stromes sogar grösstentheils durch die Abnahme der Leitungswiderstände in der Haut. Brenner fordert daher mit Recht grösste Sorgsamkeit in der Wahl und in den Anlegungsmethoden der Elektroden.

Einwirkung des galvanischen Stromes auf die nervenlose Muskelfaser.

Im normalen Zustande kann man unter keiner Bedingung den Muskel galvanisch reizen, ohne gleichzeitig die Muskelnerven mit zu treffen; es kann daher beim gesunden Menschen kein besonderes Zuckungsgesetz für seine Muskelreizung aufgestellt werden. Bei Application der Elektroden auf den Muskel selbst sieht man daher die gleichen Erscheinungen, wie bei Reizung vom Nerven aus, und nur je nach der Grösse und Form der Elektroden bald den ganzen Muskel, bald einzelne Theile zucken: schwächste Ströme bewirken nur eine Schliessungszuckung, mittlere auch eine Oeffnungszuckung, stärkste eine länger dauernde tonische Contraction. Kathodenschliessung hat immer eine stärkere Wirkung, wie Anodenöffnung u. s. w. Ist dagegen der Muskelnerv z. B. durch Erkrankung vollständig degenerirt, dann führt der Muskel bei galvanischer, wie bei faradischer Reizung nur eine sehr träge Zuckung und nicht mehr wie in normalem Zustande eine sehr rasche Zuckung aus. Ein Muskel, dessen motorische Nervenenden durch Curare gelähmt sind, zeigt sich gegen galvanische Ströme etwas weniger erregbar und ist gegen sehr kurz dauernde Ströme weniger empfindlich, als gegen langsam verlaufende. Man darf deshalb der Muskelsubstanz eine gleiche, nur etwas geringere Reizbarkeit zuschreiben, wie der Nervensubstanz. Damit im Zusammenhange steht die Beobachtung von Erb, dass in (durch Nervendurchschneidung) gelähmten Muskeln in einem bestimmten Stadium die Erregbarkeit gegen den constanten Strom einseitig zunimmt, während sie gegen die kurz dauernden Schläge des inducirten Stromes continuirlich weiter sinkt.

Modification der Erregbarkeit mittelst galvanischer Durchströmung.

Nicht blos andersartigen Reizen (siehe oben S. 293), sondern auch sich selbst gegenüber ruft ein galvanischer Strom eine Modification der Erregbarkeit im durchströmten Nerven hervor. Nach den bahnbrechenden Beobachtungen Ritter's sind namentlich von Rosenthal die betreffenden Thatsachen durch eingehende Prüfung festgestellt worden; es sind folgende:

1) Ist ein Nerv-Muskelpräparat frisch, so dass es noch auf einer hohen Stufe der Erregbarkeit steht, und leitet man durch eine grössere oder geringere Strecke seines Nerven einen constanten Strom, so verfällt, wenn der Strom einige Zeit (2 Minuten bis 1 Stunde und darüber) angedauert hat, beim Oeffnen desselben der Muskel in Tetanus, welchen man nach seinem Entdecker „Ritter'schen Tetanus“ nennt.

2) Schliesst man, während dieser Oeffnungstetanus noch andauert, den Strom von Neuem und zwar in der nämlichen Richtung, als vorher, so tritt merkwürdigerweise augenblickliche Ruhe ein. Schliesst man jedoch in entgegengesetzter Richtung, so dauert der Tetanus nicht nur fort, sondern wird sogar noch verstärkt. Ist der Tetanus nach dem Oeffnen des ursprünglichen Stromes durch allmälige Abnahme in Ruhe übergegangen, so kann man ihn von Neuem hervorrufen, wenn man in der ursprünglichen Richtung momentan schliesst und wieder öffnet, oder wenn man in entgegengesetzter Richtung schliesst und, wenn er auch hier schon aufgehört hat, indem man in dieser Richtung momentan öffnet und wieder schliesst.

3) Der durch einen Strom bewirkte Ritter'sche Tetanus kann mitunter auch schon durch Schliessung eines dem früheren Strom gleichgerichteten schwächeren Stromes besänftigt werden. Ebenso kann die Schliessung dieses schwächeren Stromes in entgegengesetzter Richtung den Tetanus, wenn er schon verschwunden ist, wieder hervorrufen.

4) Diese Erscheinungen ändern sich, wenn die Erregbarkeit des Präparats sinkt, in der Art, dass der Muskel bei Oeffnung des Stromes sich contrahirt und bei der Schliessung erschlafft, dagegen bei Schliessung in entgegengesetzter Richtung sich noch stärker als vorher contrahirt, um jetzt bei der Oeffnung zu erschlaffen.

5) Sinkt endlich die Erregbarkeit des Präparats noch mehr, so gehen diese Contractionen in einfache Zuckungen über. Der Muskel zuckt also bei Oeffnung des einwirkenden und Schliessung des entgegengesetzten Stromes, bei Schliessung des ersteren und Oeffnung des letzteren dagegen bleibt er vollkommen ruhig.

6) Der absteigende, wie der aufsteigende Strom sind beide geeignet, diese Erscheinungen zu zeigen; doch wirkt der letztere allerdings sicherer. Es lässt sich deswegen aber nicht, wie Ritter will, von einer specifischen Verschiedenheit beider Stromrichtungen sprechen, wonach der aufsteigende Strom exaltirend, der absteigende deprimirend wirken soll. Die geringere Constanz in den Wirkungen des absteigenden Stromes ist vielmehr so aufzufassen, dass bei diesem die Erscheinungen mit denen des Gesetzes der Zuckungen in Collision kommen.

7) Hat ein Strom einige Zeit auf einen Nerven eingewirkt und lässt man dann einen entgegengesetzt gerichteten einwirken,

so kann man mit diesem die nämlichen Erscheinungen hervorrufen. Doch bedarf es dazu im Allgemeinen längerer Zeit, als sonst erforderlich ist; denn es muss gleichsam erst die bestehende Modification aufgehoben und dann die entgegengesetzte hervorgerufen werden.

8) Hat man durch die Einwirkung des Stromes die Erscheinungen des dritten Stadiums hervorgerufen (siehe No. 5) und kehrt jetzt den Strom um, so zeigt sich, wenn die neue Stromrichtung ungefähr ebenso lange geherrscht hat, als die frühere, zuerst nur Zuckung bei Schliessung in der früheren Richtung; dann bei längerer Einwirkung kommt auch Zuckung bei Oeffnung der nun bestehenden Stromrichtung hinzu.

9) Die beschriebenen Erscheinungen können auch beobachtet werden, wenn man die Ströme nicht durch den Nerven, sondern direct durch den Muskel leitet. Doch kommen die Erscheinungen hier nur bei stärkeren Strömen zur Beobachtung, sowohl wegen der geringeren Stromdichte, als auch wegen der geringeren specifischen Erregbarkeit der Muskeln im Vergleich zum Nerven. Den intramuscularen Nervenendigungen allein ist diese Wirkung nicht zuzuschreiben, denn sie tritt auch bei Muskeln ein, welche durch Curare dem Nerveneinfluss entzogen sind.

10) Setzt man Muskeln, welche so ermüdet sind, dass sie auf die Schliessung und Oeffnung starker Batterien, sowie auf Inductionsschläge nicht mehr mit Zuckung antworten, der Wirkung constanter Ströme aus, so kann die Erregbarkeit für die Oeffnung des angewandten und Schliessung des entgegengesetzten Stromes, sowie für Inductionsschläge wieder hergestellt werden. — Heidenhain sah in der eben angegebenen Wirkung des Stromes nicht einfach eine Erhöhung noch vorhandener Erregbarkeit, sondern Wiederherstellung schon erloschener; es handelt sich aber in der That nur um eine Modification der Erregbarkeit an der äussersten Grenze derselben.

11) Muskeln und Nerven im Zustande des unversehrten Lebens zeigen dasselbe Verhalten gegen constante Ströme, so dass sogar am menschlichen Arm ein, wenngleich schwacher Ritter'scher Tetanus erzeugt werden kann.

12) Auch die sensiblen Nerven verhalten sich ganz in der nämlichen Weise. Der Schliessungsschlag einer Batterie ist nämlich stets stärker, als der Oeffnungsschlag. Lässt man aber die Batterie längere Zeit geschlossen, so wird der Oeffnungsschlag immer stärker, der Schliessungsschlag immer schwächer, dagegen der Schliessungsschlag des entgegengesetzten Stromes immer heftiger, während dessen Oeffnungsschlag an Stärke abnimmt.

Rosenthal fasst diese Thatsachen in folgendem Gesetze zusammen: Jeder constante Strom, welcher auf einen (motorischen oder sensiblen) Nerven oder einen Muskel einwirkt, versetzt diese in einen Zustand, in welchem die Oeffnung dieses und die Schliessung des entgegengesetz-

ten Stromes eine heftige Erregung setzen, wogegen die Schliessung des ersteren und die Oeffnung des letzteren (entweder unwirksam sind oder) auf die vorhandene Erregung hemmend wirken, und zwar hat in beiden Fällen die Schliessung eine stärkere Wirkung, als die betreffende Oeffnung.

Das Pflüger'sche Zuckungsgesetz erklärt auch den Ritter'schen Tetanus. Derselbe ist ganz in gleicher Weise Folge einer Erregung des Nerven durch Schwinden des Anelektrotonus, wie die Oeffnungszuckung nach kurzer Durchleitung; nur tritt in ersterem Falle Tetanus statt einer einfachen Zuckung ein, weil dort durch die längere Stromdauer der Anelektrotonus eine grössere Bedeutung gewonnen und demnach die Oeffnung eine viel stärkere Erregung in der vorher anelektrotonischen Stelle gesetzt hat. Wenn Pflüger den Ritter'schen Tetanus mittelst eines absteigenden Stromes vorbereitete, so blieb der Ritter'sche Tetanus aus, bezw. sistirte der hervorgerufene, wenn er durch einen Scheerenschnitt die vorher anelektrotonisirte Stelle abtrennte — ein gewiss guter Beweis von der Richtigkeit obiger Erklärung.

Uebt Verlängerung der Reizstrecke am Nerven einen Einfluss auf die Wirkungsgrösse des Stromes aus?

Schon seit längerer Zeit nimmt man an, dass die Wirkung eines Stromes um so stärker sei, je länger die von ihm durchflossene Nervenstrecke ist (Pfaff, Ritter, Matteucci); diese Annahme wird auch durch die neueren Untersuchungen von Fick - Markuse und Tschirjew bestätigt. Erstere fanden, dass bei Verlängerung der durchströmten Nervenstrecke von 2 auf 4 Mmtr. die Erregungssteigerung den stromschwächenden Widerstand der längeren Strecke überwiegt, dass dagegen bei Verlängerung über 4 Mmtr. hinaus die Widerstandssteigerung erstere überwiegt. Nach Hermann-Willy wirkt der Strom um so stärker erregend, je entfernter vom Muskel die Anode und je näher die Kathode liegt.

Ueber die Wirkung der Längs- und Querdurchströmung.

Ein Froschmuskel geräth, wie allgemein bestätigt wird, um so leichter in Zuckung, je kleiner der Winkel des den Nerven durchfliessenden Stromes ist. Du Bois hat hieraus den Schluss gezogen, dass die Reizbarkeit eines Nerven gleich Null werden müsse, wenn der Strom senkrecht auf die Axe der Nerven tritt, der Nerv also genau quer durchströmt wird, ein Schluss, der durch die späteren Untersuchungen von A. Fick in der That vollständig bestätigt worden ist. Allerdings ist es schwer oder fast ganz unmöglich, alle Primitivfasern eines Nervenstammes völlig parallel zu machen und von lauter unter sich parallelen Stromfäden genau

senkrecht durchsetzen zu lassen; die geringste Verlagerung aber bewirkt Zuckung.

Beim Muskel scheint sich die Sache umgekehrt zu verhalten; wenn man einen curarisirten Muskel von Strömen quer durchsetzen lässt, zuckt er bei viel geringerer Stromstärke, als bei Längsdurchströmung (Sachs und Andere).

Haben die Nerven an verschiedenen Punkten ihrer Länge eine verschiedene Erregbarkeit? — Wie verhält sich die Reizbarkeit des Muskels zu der seiner Nerven?

Von vornherein sollte man glauben, dass der Nerv überall gleiche Erregbarkeit besitzt und an den (von den reizbaren Organen) entfernteren Stellen wegen des grösseren Widerstandes der längeren Strecke zur gleichen Wirkung stärkerer Ströme bedürfe, als an den näheren Strecken. Merkwürdigerweise fanden aber Budge und Pflüger gegen alles Erwarten, dass bei motorischen Nerven eine bestimmte elektrische Reizgrösse um so stärker wirkte, je weiter weg vom Muskel, also je centraler gelegen die Reizstelle war, und letzterer stellt daher den Satz auf, dass die elektrische Erregung beim Ablauf durch die Nerven lawinenartig anschwelle. Allein Heidenhain zeigte, dass diese Erscheinung nur beim abgeschnittenen Nerven auftritt, und dass beim undurchschnittenen Nerven sich keine Regel aufstellen lasse. Hermann hält es für höchst wahrscheinlich, dass alle wirklichen Ungleichartigkeiten der Erregbarkeit längs des Nerven theils vom allgemeinen Absterben, theils von dem Umstande herrühren, dass der Nerv in Folge der unentbehrlichen Präparation mit den Stümpfen abgeschnittener Aeste behaftet ist; gelänge es, eine Methode zu finden, den Nerven zu prüfen, ohne seine Aeste abzuschneiden, so würde sich höchst wahrscheinlich überall dieselbe specifische Erbarkeit herausstellen.

Zudem fand Matteucci am undurchschnittenen sensiblen Nerven, dass der Frosch auf gleiche Reize gleich reagire, gleichgültig, an welchem Punkt des Nerven die Reizung stattfinde; ferner Rutherford an den gleichen Nerven, dass die Reflexe mit der Annäherung der Elektroden gegen das Centrum zu wachsen, wahrscheinlich, wie Hermann meint, weil die Zahl der getroffenen sensiblen Fasern nach oben hin immer grösser wird, so dass also für diese Nervenart lawinenartiges Anschwellen des Reizes in der Richtung gegen den Reizort hin mit Sicherheit ausgeschlossen ist.

Vom Muskel steht fest, dass ihn sowohl kurz- wie langdauernde Ströme in stärkere Contraction versetzen, wenn sie seinen Nerven, als wenn sie ihn selbst durchfliessen, dass also die directe Muskelerregbarkeit kleiner ist, wie die indirecte.

Wirkung sehr kurzdauernder galvanischer, sowie faradischer (Inductions-) Ströme auf Nerv und Muskel.

Hier ist eine kurze Auseinandersetzung vorauszuschicken über die gebräuchlichen Benennungen inductorischer Vorgänge, deren ungenaue Kenntniss Anlass zu Missverständnissen geben könnte.[1])

Man thut zunächst am besten zu unterscheiden zwischen dem einzelnen Inductionsschlag und Inductionsstrom. Der Inductionsschlag entsteht in der secundären Rolle beim jedesmaligen Schliessen oder Oeffnen des Stromes der primären Spirale. Der Inductionsstrom besteht aus einer Reihe von auf einander folgenden Inductionsschlägen. Sehr häufig wird aber der Inductionsschlag auch Inductionsstrom genannt, denn das, was wir Inductionsschlag nennen, ist auch nichts anderes, als ein kurz dauernder Strom. Aus dem Sinne des Ganzen ergiebt sich zwar sehr leicht immer, ob das einzelne Strömchen oder eine Reihe von schnell auf einander folgenden Strömchen gemeint ist; aber ich halte es für zweckmässiger, auch durch ein verschieden gewähltes Wort den Unterschied scharf hervorzuheben.

Ein einzelner Inductionsschlag wird, je nachdem er durch das Schliessen oder Oeffnen des (inducirenden) Stromes in der primären Rolle hervorgerufen wird, (inducirter, secundärer) Schliessungs- oder Oeffnungsschlag genannt. Die Richtung des durch die Schliessung des Stromes in der primären Rolle hervorgerufenen (secundären) Schliessungsschlages in der secundären Rolle ist ersterem entgegengesetzt; die Richtung des secundären Oeffnungsschlages ist der des secundären Schliessungsschlages entgegengesetzt gerichtet.

Der Inductionsstrom besteht demnach aus einer Reihenfolge von abwechselnden Schliessungs- und Oeffnungsinductionsschlägen.

Wenn wir einen einzelnen Inductionsschlag für sich betrachten, so ergiebt sich des Weiteren, dass ein solcher nichts anderes als ein sehr kurzdauernder galvanischer Strom ist und in einer bestimmten Richtung in der secundären Spirale verlaufen muss, so dass wir im ableitenden Bogen der secundären Spirale einen positiven und einen negativen Pol haben, wie in dem Bogen eines Kettenstromes auch. Wenn wir den einzelnen Inductionsschlag mit einem kurzdauernden Kettenstrom vergleichen, müssen wir an ihm einen Beginn und ein Ende, oder, wie man auch sagen könnte, eine Schliessung und eine Oeffnung unterscheiden.

Man kann bei den einzelnen Inductionsschlägen an den Enden des Drahtes der secundären Rolle die Stromrichtung in der letzteren leicht bestimmen, wenn man die Elektroden in eine Jodkalium-Stärkekleistermischung setzt; immer am positiven Pol wird der Stärkekleister durch das frei werdende Jod blau gefärbt. Es ist

---

[1]) Vergl. übrigens auch S. 229—234.

klar, dass bei dem secundären Oeffnungsschlage der Draht der secundären Rolle in entgegengesetzter Richtung von dem kurzdauernden Strom durchflossen wird, als bei dem secundären Schliessungsschlage. Die Schliessungs- und Oeffnungsinductionsschläge haben nicht nur eine entgegengesetzte Stromrichtung, sondern auch eine verschiedene Stärke und verschiedenen zeitlichen Verlauf. Der secundäre Schliessungsschlag ist der schwächere, weil der ihn inducirende primäre Strom durch den in der primären Rolle gleichzeitig entstehenden Extrastrom geschwächt wird; der secundäre Oeffnungsschlag ist der stärkere, weil bei dem raschen Oeffnen des Stromes in der primären Rolle ein Extrastrom sich zu entwickeln keine Zeit findet. Es kommt daher in Bezug auf die Wirkung eigentlich nur die Richtung des secundären Oeffnungsschlages in Betracht, und man bestimmt willkürlich immer nur die Richtung des Stromes im stärkeren Oeffnungsinductionsschlage. Diese Bestimmung hat aber für den gebrauchten Apparat nur so lange Geltung, als die Richtung des primären Stromes dieselbe bleibt, wie zur Zeit der Prüfung mit Jodkaliumstärkekleister, als der Strom demnach immer durch dieselbe Klemmschraube in den Inductionsapparat eintritt. Man thut daher gut, ein für alle Mal die Klemme zu bezeichnen, durch die man den Strom in die primäre Rolle stets einführen will.

Sowohl beim Oeffnungs- wie beim Schliessungsinductionsschlag wächst im Beginn die Stärke schneller an und nimmt gegen das Ende viel langsamer ab. Wegen dieser schnelleren Schwankung wirkt der Beginn jedes Inductionsschlages stärker erregend, als sein Ende, d. h. jeder Inductionsschlag wirkt wie die Schliessung eines gleich gerichteten und gleich kurzdauernden galvanischen Stromes.

Die Inductionsschläge wirken mehr durch die Schnelligkeit des Entstehens und Verschwindens des Stromes, als durch ihre Stärke; ihre Wirkungen dringen deshalb nicht sehr weit in die Tiefe, sondern beschränken sich auf die nächste Umgebung der sie einleitenden Elektroden; nichtsdestoweniger sind sie wegen der ungemein starken Schwankungen in ihrer Intensität die den Nerven und Muskel am stärksten ergreifenden Reizmittel und werden daher zu diesem Zwecke auch in der Praxis öfters den constanten Strömen vorgezogen. Gegen alle Ströme von sehr kurzer Dauer verhält sich der Nerv empfindlicher, als der Muskel; er bietet bei den kurzdauernden Schlägen noch Erregungserscheinungen dar, wenn der dazu gehörige Muskel nicht mehr zuckt. Wenn durch Curare die Muskelnervenenden gelähmt sind, so muss bei gleichbleibender kurzer Stromdauer die Stromstärke um das 10- bis 20fache verstärkt werden, um eine Zuckung wie beim unvergifteten Muskel hervorzurufen (Brücke). (Vergl. S. 296 u. 308.)

Wirkung eines einzelnen Inductionsschlages auf Nerv

und Muskel. Obwohl jeder einzelne Inductionsschlag aus zwei Theilen besteht, von denen der eine der Schliessung, der andere der Oeffnung eines constanten Stromes entspricht in der Weise, dass unmittelbar auf die Schliessung wieder die Oeffnung eintritt: wirken sie (wenigstens wenn sie nicht sehr stark sind) nicht wie die constanten Ströme an beiden Polen (an der Kathode bei der Schliessung, an der Anode bei der Oeffnung) auf Nerv oder Muskel erregend, sondern nur an der Kathode. Ein Inductionsschlag wirkt also nur wie die Schliessung eines constanten Stromes, und man kann durch einen constanten Strom genau die Wirkung eines Inductionsschlages hervorrufen, wenn man mittelst einer entsprechenden Vorrichtung ersteren auf ungemein kurze Zeit schliesst; er bewirkt also nur Schliessungs-, aber keine Oeffnungszuckung, weil in der kurzen Zeit seines gesammten Bestehens der Anelektrotonus des Nerven, durch dessen Verschwinden die Oeffnungszuckung zu Stande kommen müsste, nicht in der gehörigen Kraft sich auszubilden im Stande ist. Es wird deshalb auch vom Menschen der Inductionsstrom nur an der Kathode schmerzlich empfunden (Chauveau); ferner zuckt bei Reizung vom Nerven aus der Muskel bei aufsteigendem Inductionsschlag nach etwas längerer Zeit, weil die allein erregende Kathode weiter vom Muskel entfernt ist (Lamansky); auch sieht man bei directer Muskelreizung mit einem einzelnen Inductionsschlage die Erregung meist an der Kathode (Chauveau). Ob sehr starke Inductionsschläge nicht doch auch bei der Oeffnung erregend wirken, ist noch nicht ausgemacht; Fick hält es auf Grund von Beobachtungen für möglich.

Wirkung der Inductionsströme auf Nerv und Muskel. Tetanisirende Inductionsströme, welche selbst so schwach sind, dass sie nicht erregen, d. i. den Muskel nicht zur Zuckung oder zum Tetanus bringen, machen dafür den Nerven erregbarer, so dass bei längerer Application auch die im Anfang unwirksamen Ströme auf einmal fähig werden, den Muskel zu einer tetanischen Zusammenziehung zu bringen. Diese stärkere Erregbarkeit des Nerven bleibt auch nach Entfernung der Elektroden längere Zeit bestehen (v. Bezold).

Fick fand ebenfalls, dass unwirksame Ketten- oder Inductionsströme bei häufiger Aufeinanderfolge sich zu tetanisirenden Wirkungen superponiren.

Inductionsströme von hinreichender Stärke rufen während der ganzen Einwirkungsdauer sowohl bei Application auf den motorischen Nerven wie auf den Muskel einen Muskeltetanus hervor, der je nach der Stärke der Schläge und der Grösse der Elektroden bald den ganzen Muskel, bald nur einzelne Theile desselben ergreifen kann. Der Nerv und Muskel sind aber hierbei nicht einer gleichmässigen Erregung und bezw. Zusammenziehung unterworfen, sondern einer Reihe einzelner, aber sehr schnell auf einander folgender

Erregungen und Zuckungen. Der Nerv ist im Stande, schnell auf einander folgende Reize fortzuleiten, so dass der nachfolgende nicht den vorausgehenden stört und jeder in der richtigen Reihenfolge zum Muskel gelangt. Der Muskel contrahirt sich im Tetanus viel stärker, weil ihn, während er sich auf einen ersten Reiz contrahirt, bereits ein zweiter Reiz trifft; er kann nicht nach der Contraction sich wieder ausdehnen, weil die nächsten Reize zu schnell auftreten. Man kann durch Verlangsamung der auf einander folgenden Schläge dies nachweisen und den Tetanus in eine Reihe rasch auf einander folgender Verkürzungen und unvollständiger Verlängerungen zerlegen. Man kann sich dann überzeugen, dass sowohl dem secundären Schliessungs- wie dem secundären Oeffnungsschlag je eine Contraction entspricht, und dass immer die Oeffnungsschlagszuckung stärker ist, wie die Schliessungsschlagszuckung, entsprechend dem im physikalischen Theile (S. 231 u. S. 314) auseinandergesetzten Verhalten des Extracurrents und der durch ihn bewirkten Schwächung des Schliessungs- und Verstärkung des Oeffnungsschlages.

Vergleicht man die Wirkung der einen und anderen auf den motorischen Nerven gesetzten, die Ströme von der secundären Rolle ableitenden Elektroden mit einander, so ergiebt sich, dass der Muskeltetanus stärker ist bei Auflegung derjenigen (negativen) Elektrode, durch welche der Oeffnungsinductionsschlag den Körper verlässt.

Die sensiblen Nerven reagiren auf den Inductionsstrom mit einer prickelnden, stechenden Empfindung, die um so schmerzlicher wird, je schneller die einzelnen Inductionsschläge auf einander folgen.

Unipolare Inductionswirkungen. Nicht blos dann, wenn der Organismus in den Inductionsstromkreis (als ein Theil desselben) eingeschaltet wird, sondern auch, wenn er nur mit der einen Elektrode in Verbindung steht, und die andere z. B. auf die Erde abgeleitet ist, entstehen Zuckungen; Du Bois hat diese Inductionswirkungen „unipolare“ genannt. Wohl bemerkt haben diese unipolaren Inductionswirkungen nur diese Bedeutung und dürfen nicht etwa verwechselt werden mit ganz anderen Dingen, welche man unrichtigerweise auch unipolare Stromwirkungen nennt und welche man sieht, wenn man nur einen Pol auf den Nerven, den anderen an einen anderen Körpertheil setzt; denn in letzterem Falle steht der Nerv doch in einem geschlossenen Stromkreis, und es kann von einer eigentlich unipolaren Wirkung keine Rede sein.

Physiologisches Verhalten kranker Nerven und Muskeln gegen constante und Inductionsströme.

Pathologische Zustände setzen die Erregbarkeit der Nerven und Muskeln gegen kurzdauernde galvanische und Inductionsströme

sehr herab. Während, wie oben (S. 296) bereits angegeben ist, ein Muskel von einem normal temperirten Nerven aus durch einen hinreichend starken Strom noch bei einer Durchströmungsdauer von 0,0015 Secunden zum Zucken gebracht wird, zuckt der Muskel eines auf 0° C. erkälteten Nerven nur noch bei einer Durchströmungsdauer des Nerven von 0,02 Secunden, also nur bei fast 20 Mal längerer Durchströmungsdauer (König). Für den curaresirten Muskel ist oben bereits bemerkt, dass sehr kurzdauernde Ströme zu seiner Erregung einer bis 20 Mal grösseren Intensität bedürfen, als zur Erregung normaler Muskeln; dagegen reagirt der normale und der curaresirte Muskel in gleich guter Weise auf die gewöhnlichen Stromschwankungen eines gleich starken constanten Stromes (Brücke). Rheumatisch (Facialparalysen) und durch Bleivergiftung, ferner nach Nervendurch- und Ausschneidung gelähmte Nerven und Muskeln, endlich ermüdete Nerven und Muskeln sind gegen kurzdauernde und Inductionsströme nicht mehr so fein oder gar nicht mehr reagirend (Erb, Neumann u. A.). Folgendes sind die Hauptergebnisse der Beobachtungen Erb's bei traumatischen (Quetschung und Durchschneidung des Nerven) und sogenannten rheumatischen Paralysen:

1) Vom Tage der Erkrankung oder Verwundung an nimmt die Erregbarkeit der Nervenstämme gegen beide Stromesarten (inducirte und constante Ströme) gleichmässig ab (nachdem vielleicht eine sehr geringe Erhöhung der Erregbarkeit in den ersten Tagen vorausgegangen) und erlischt endlich gänzlich. Diese Abnahme der Erregbarkeit geht parallel den vielfach beschriebenen degenerativen Vorgängen in den Nervenröhren und schreitet von der Erkrankungsstelle nach der Peripherie hin fort. — Ebenso kehrt bei der Heilung die Erregbarkeit der Nervenstämme gegen beide Stromarten ziemlich gleichzeitig und gleichmässig wieder.

2) In einem gewissen Stadium der Regeneration dagegen nimmt in den noch gelähmten Muskeln die Erregbarkeit gegen den constanten Strom einseitig zu, während sie gegen den inducirten Strom continuirlich weiter sinkt. Zugleich mit der Steigerung der galvanischen Erregbarkeit tritt eine qualitative Aenderung derselben ein, indem die Erregbarkeit gegen die Schliessung mit der Anode verhältnissmässig rascher und zu höheren Werthen steigt.

Die Abnahme der faradischen und galvanischen Erregbarkeit in der ersten und zum Theil zweiten Woche hängt, da die Muskelsubstanz bis dahin noch nicht ergriffen sein kann, von den intramusculären Nervenzweigen ab. Man muss sich die hierauf folgende paradoxe Reaction des kranken Muskels so erklären, dass in ihm in Folge der Degenerationsvorgänge der Katelektrotonus langsamer zu Stande kommt, als im normalen Muskel, und dass die Inductionsschläge nicht so lange dauern, bis eben die, eine Zuckung auslösende Veränderung eintritt.

Verhältniss der Reizstärke des galvanischen und Inductionsstromes zur Wirkung.

Wie verhält sich die Stärke der Erregung, also z. B. die Grösse der Muskelzuckung zur Grösse des angewandten elektrischen Reizes? Die Reizung eines Nerven mit immer stärkeren Inductionsschlägen oder kurzdauernden Kettenströmen bewirkt nicht etwa ein proportionales Anwachsen der Muskelcontractionsgrösse, sondern nach Hermann wächst mit zunehmender Reizstärke die Energie des Muskels anfänglich am schnellsten und dann immer langsamer an; nach Fick dagegen anfänglich in der That proportional, bis die Hubhöhe eine gewisse Grösse erreicht hat (maximale Muskelcontraction); dann bleibt die Hubhöhe trotz fortwährender Steigerung der Reizgrösse eine Zeit lang constant, um nach einer Reihe gleich starker Zuckungen in einem zweiten proportionalen geradlinigen Ansteigen ein zweites Maximum zu erreichen; diese übermaximal genannten Zuckungen bleiben sodann wieder von immer gleicher Höhe, auch wenn man fortfährt, die einwirkende Reizgrösse weiter zu steigern.

Als eine noch merkwürdigere Thatsache fand Fick bei aufsteigenden kurzdauernden galvanischen und Inductionsschlägen unter bestimmten Umständen, dass unter fortwährender Steigerung der Reizgrösse die Zuckungen nach Erreichung des ersten Maximums wieder an Stärke abnehmen, ja sogar ausfallen, eine „Lücke“ bilden können, um bei weiterer Reizsteigerung von Neuem aufzutreten und ein zweites Maximum zu erreichen.

Fick erklärt diese beiden merkwürdigen Thatsachen durch die verzögernden Wirkungen des bestehenden und die erregbarkeitssteigernden Wirkungen des aufhörenden Anelektrotonus in sehr einleuchtender Weise, indem er die übermaximalen Zuckungen als summirte Zuckungen auffasst, bedingt durch das gleichzeitige Zusammentreffen der beiden von dem Kathodenschluss und von der Anodenöffnung zum Muskel laufenden Erregungswellen im Muskel, und die „Lücke“ von dem Leitungshinderniss, welches bei gewissen Reizgrössen die dem Muskel nähere anelektrotonische Strecke der von der Kathode kommenden Erregungswelle entgegensetzt.

Dass diese 2 Fick'schen Thatsachen nur von Nervenzuständen herrühren, geht daraus hervor, dass sie bei directer Muskelreizung nie zu sehen sind.

Was das Verhalten der Muskelthätigkeitsgrösse zur Grösse des Reizes, also die Frage anlangt, ob die Grösse der Erregung der Grösse der Muskelcontraction aequivalent sei, so ist zwar nicht zu übersehen, dass eine gewisse Abhängigkeit der einen von der anderen besteht, dass man also einen Muskel durch verschiedene Reizgrössen zu verschieden starken Zuckungen zwingen kann, aber bei Weitem nicht in aequivalenter Weise. Der Reiz stellt mehr

eine auslösende Kraft dar, welche eine andere bereits bestehende nur gebundene Kraft auslöst. Man kann diese auslösende Kraft des auf den Muskel wirkenden Reizes nicht vergleichen mit dem Funken im Pulvermagazin; denn der Funken, mag er noch so klein oder noch so gross sein, verwandelt in gleicher Weise die gesammte Pulvermasse in eine die Atmosphäre gewaltsam zerreissende Gasmasse, während der Muskelreiz je nach seiner Stärke verschieden grosse Muskelzuckungen und nicht etwa eine einzige maximale Zuckung bedingt. Besser passt der Vergleich mit einer eine Wassermasse stauenden Schleuse; eine mit ganz wenig Kraft ausgeführte Hebung des verschliessenden Brettes lässt eine bestimmte Wassermasse ausfliessen, eine etwas stärkere Hebung eine etwas grössere. Das gehobene Gewicht des leichten Brettes steht in gar keinem Verhältniss zu dem ungeheueren Gewicht des ausströmenden Wassers; wohl aber existirt ein Verhältniss zwischen den Differenzen in den verschiedenen Hebungen des verschliessenden Brettes und den Differenzen in der Masse der je nach der Oeffnungshöhe ausströmenden Wassermengen. In ähnlicher Weise besteht ein Verhältniss zwischen den Differenzen der Reizgrössen und den Differenzen der je nach den Reizgrössen geleisteten Muskelarbeit.

Wenn man die verschiedenen Höhen, bis zu welchen ein Muskel eine gleichbleibende Last bei allmälig sich steigernden Reizen hebt, mit einander vergleicht, findet man nach Fick die Hubhöhen unterhalb des „Schwellenwerthes" des Reizes gleich Null, sodann bis zu einer gewissen Grenze der Reizgrösse proportional steigend und oberhalb dieser Grenze bei erreichter „absoluter Kraft" eine Maximalzuckung von constanter Grösse einhaltend. Hermann, welcher die an einem Muskel gehängten Gewichte stets steigerte und die Intensität des Stromes suchte, welcher gerade hinreichte, das Gewicht zu heben, fand, dass bei gleichmässiger Steigerung der verlangten Energie die nothwendigen Reizgrössen anfangs langsam, dann schneller wachsen und bald nicht mehr erreicht werden, mit anderen Worten: dass bei gleichmässig zunehmenden Reizgrössen die Energien zuerst schnell, dann immer langsamer wachsen und bald ein Maximum (die absolute Muskelkraft) erreichen.

Einige andere Folgezustände der Elektrisirung des Nerven und Muskels: Ermüdung, Blutdurchströmung, Stoffwechsel und Wärmeentwickelung.

Alle in dem vorausgehenden Theile abgehandelten mannigfaltigen Veränderungen des Nerven und Muskels durch den elektrischen Strom waren im Grunde genommen nur Veränderungen der Erregbarkeit, nämlich: Erhöhung oder Herabsetzung derselben. Die eigentliche Grundursache dieser Einwirkungen ist, wie bereits (S. 282 und S. 285) bemerkt wurde, unbekannt geblieben; und wir

können nur ahnen, dass physikalische und chemische Zustandsänderungen daran betheiligt sind.

Es geht aber namentlich aus der Betrachtung einer Reihe von Heilwirkungen des elektrischen Stromes auf das Bestimmteste hervor, dass sich der elektrische Strom nicht allein auf die oben genau beschriebenen Reizwirkungen beschränkt, sondern dass er auch noch andere Wirkungen im Nerv und Muskel hervorbringt, z. B. die Ernährung umändert. Die Natur dieser Veränderungen ist aber bis jetzt ebenfalls durchaus unbekannt geblieben. Vermuthungen könnten zwar darüber geäussert werden, allein dieselben liegen der Tendenz dieser Arbeit, nur mit bekannten Thatsachen zu rechnen, durchaus fern.

Dagegen ziehen die primären Stromwirkungen, namentlich die Muskelzusammenziehungen eine Reihe Folgen (secundäre Wirkungen) nach sich, welche bekannt sind und daher auch in den Bereich unseres Wissens gezogen werden müssen, um so mehr, da sie bei vielen Heilwirkungen wesentlich betheiligt sein müssen. Wohl bemerkt sind diese secundären Wirkungen zum jedenfalls weitaus grössten Theil nur von dem Vorgang der Contraction abhängig, treten also auch ein bei Contractionen, die nicht durch elektrische Einwirkungen, sondern z. B. durch den Willen bedingt sind.

Ermüdung. Lange fortgesetzte maximale wie untermaximale elektrische Reizungen führen eine Ermüdung des Nerven und Muskels herbei, zunächst eine geringere Leistungsfähigkeit, fortwährende und regelmässige Abnahme der Höhe der Zuckungen, so dass man die Zuckungshöhen durch eine ganz gerade absteigende Linie mit einander verbinden kann (wie dies Kronecker, Tiegel bei Kaltblütern, Rossbach und Harteneck bei Warmblütern festgestellt haben), Verlängerung der Zuckungsdauer u. s. w. Woher diese Ermüdungserscheinungen rühren, ob von einer Anhäufung ermüdender Stoffwechselproducte (Milchsäure, saures Natriumphosphat), also von einer Aenderung der chemischen Zusammensetzung des Muskels, oder ob von dem Aufbrauch der zur Thätigkeit nöthigen Stoffe, steht noch dahin; jedenfalls müssen Veränderungen schwererer Natur im Muskel bei sehr langer Inanspruchnahme eintreten, weil die Erholung durch Ruhe lange Zeit in Anspruch nimmt. Im Uebrigen ermüdet nach den Untersuchungen Bernstein's der Muskel schneller, wie der Nerv, erholt sich aber auch rascher wieder.

Die an Thieren durch Reizung blossgelegter Nerven angestellten Ermüdungsversuche passen übrigens möglicherweise nicht ganz auf den unverletzten Organismus, der nur von der Haut aus gereizt werden kann und daher seine tiefer gelegenen Nerven vor gröberen Schädigungen bewahrt.

Blutkreislauf im zuckenden Muskel. Remak theilt folgenden Versuch mit: Wird bei einem unverletzten, nicht zu

blutleeren Frosche ein constanter Strom von zehn Daniell'schen Elementen 2—4 Minuten lang durch einen Oberschenkel so geführt, dass die festen Elektroden über den Nervenstämmen hingleitend durch Schwankungen der Dichtigkeitscurve und Aenderung der Polarisation den ganzen Schenkel zu einer tetanischen Streckung zwingen: so zeigen sich nicht blos die Blutgefässe der Haut in auffallender Weise ausgedehnt und mit Blut gefüllt, sondern auch die Muskeln sind blutroth und von strotzenden Blutgefässen durchsetzt; bei jedem Einschnitt in die Muskeln quillt ein hellrother Blutstrom hervor, während das Fleisch des nicht galvanisirten Schenkels sein gewöhnliches bleiches blutleeres Aussehen behält. Das Fleisch des galvanisirten Schenkels ist überdies härter und sichtlich aufgeschwollen, selbst nach Entleerung des Blutes durch Einschnitte. Schneidet man alsdann zwei homologe Muskeln, z. B. die Mm. sartorii vorsichtig aus und legt sie neben einander auf eine Glasplatte, so wird der galvanisirte breiter, fester und dicker erscheinen, als der andere, namentlich wenn beide Muskeln zuvor in Wasser getaucht worden sind. Denn die durch den constanten Strom tetanisirten Muskelfasern saugen, wie man auch unter dem Mikroskop verfolgen kann, sehr schnell Wasser ein und unterscheiden sich dadurch von den durch inducirte Ströme tetanisirten Fasern, bei welchen die Fähigkeit, Wasser einzusaugen, sich herabgesetzt zeigt.

Die beschriebenen Wirkungen mit stetigen Strömen und mit Vermeidung von Stromschwankungen zu erzielen, ist Remak nicht gelungen.

Bei Fröschen, deren einer Schenkel in der beschriebenen Weise behandelt worden, fand Remak, wenn sie unverletzt bleiben, schon nach wenigen Minuten keine Spur von Ermüdung und nach 24 Stunden kaum eine Spur der Blutfülle und Röthung in dem galvanisirten Schenkel; auch die Verdickung war geringer. Durchschnitt er aber unmittelbar nach dem galvanischen Eingriff sämmtliche Nerven des Schenkels, so zeigte der gelähmte Schenkel selbst nach 24 Stunden noch die Beschaffenheit, wie unmittelbar nach der Galvanisirung. Durch inducirte Ströme dagegen, die der menschliche Körper kaum erträgt, lässt sich nach demselben Beobachter selbst in der zwanzigfachen Zeit keine solche Blutfülle und Anschwellung der Muskeln erzielen, und der Schenkel ist dann Stunden lang gelähmt.

Remak hält es dem entsprechend für sichergestellt, dass der constante Strom durch Erschlaffung der Gefässwände ebenso in den Muskeln wie in der Haut eine vorübergehende Hyperaemie ohne Stockung des Blutlaufes hervorbringt und dadurch die Ernährungszustände des Muskels auf eingreifende Weise verändert.

Ludwig und seine Schüler Sczelkow, Sadler, Genersich, Hafiz, Gaskell, Tiegel haben über dieselbe Angelegenheit folgende wichtige Beobachtungen gemacht:

Bei directer oder indirecter elektrischer Muskelreizung erweitern sich während der Contraction sämmtliche Muskelgefässe; der Muskel wird in Folge dessen schneller und ausgiebiger mit Blut durchströmt. Die Muskeln werden im Verlauf der Zuckungen oder bei öfter wiederholtem Tetanus immer stärker geröthet, ja es können sich sogar Extravasate bilden; dabei steigen die Hubhöhen auch bei gleichbleibenden Reizen immer mehr an, weit über die frühere Höhe, um erst allmälig wieder abzunehmen. Denn die stärkere Blutdurchströmung während der Zuckungen liefert dem Muskel mehr Verbrauchsmaterial zu seiner Arbeit und schafft die störenden und schädigenden Stoffwechselproducte, wie Kohlen-, Milchsäure, rascher aus der Muskelzelle wieder heraus, steigert demnach die Leistungsfähigkeit und schiebt den Eintritt der Ermüdung hinaus. Bei sehr schwachen elektrischen directen Muskelreizen kann man weder Erweiterung der Muskelgefässe, noch rasche Blutdurchströmung derselben, aber auch keine Steigerung der Zuckungshöhe beobachten.

Die Ursache obiger Gefässdilatation findet Ludwig in der gleichzeitigen Reizung gefässerweiternder und motorischer Nervenfasern in den Muskelnerven; die gefässverengernden seien entweder zu schwach entwickelt, oder bedürften grösserer Stromstärken; deshalb prävalirten die dilatatorischen Fasern.

Ob auch bei der natürlichen Muskelthätigkeit gleichzeitig mit der von den Nervencentren aus hervorgerufenen Erregung der motorischen Fasern eine solche der gefässerweiternden Fasern vom Centrum zur Peripherie läuft, ist meines Wissens noch nicht erforscht.

Stoffwechsel im thätigen Muskel. Der in irgend einer Weise, also auch durch Elektricität in Thätigkeit gesetzte Muskel zeigt folgende Aenderungen in seinem Stoffwechsel: Steigerung seiner Kohlensäureproduction und seiner Sauerstoffaufnahme (Ludwig und Sczelkow); doch scheint erstere unabhängig von letzterer zu sein. (Vergl. auch das Capitel über Gymnastik.)

Vermehrte Bildung einer leicht oxydirbaren Substanz, die in das Blut übergeht. Wenn man sauerstofffreiem Erstickungsblute nach seiner Durchleitung durch einen tetanisirten Muskel Sauerstoff zuführt, so verschwindet dieser rascher, als in demselben durch einen ruhenden Muskel hindurch geleiteten Blute (A. Schmidt, Gscheidlen).

Auftreten einer Säure (Paramilchsäure); die saure Reaction steigt in demselben Maasse, als die Anstrengung des Muskels zunimmt (Du Bois, Heidenhain); das Maximum der Säurebildung wird in der Todtenstarre des Muskels erreicht; stark tetanisirte Muskeln werden daher rasch todtenstarr. Diese Säure entsteht aus den Kohlehydraten, Zucker und namentlich aus dem Glykogen der Muskeln; bei der Muskelthätigkeit werden in der That diese Stoffe schneller verbraucht.

Die in Alkohol löslichen Extractivstoffe des Muskels erfahren eine Zunahme (Helmholtz).

Endlich grösserer Wasserreichthum des Muskels auf Kosten des im Blute befindlichen Wassers.

Der Eiweiss- und Stickstoffgehalt des arbeitenden Muskels erfährt dagegen keine oder höchstens eine geringfügige Abnahme (Voit, Fick und Wislicenus).

Wärmebildung des Muskels bei seiner Thätigkeit. Dass sich bei den Körperbewegungen die Körpertemperatur und die Temperatur des zuckenden Muskels erhöht, weiss man für lebende Warm- und Kaltblüter schon lange (Leyden, Billroth und Fick). Man war nur nicht klar, ob diese Temperatursteigerung einzig von einer Wärmeerzeugung im Muskel, oder von einer stärkeren Durchblutung desselben und von allgemeinen Kreislaufsänderungen herrühre. Durch Helmholtz und Heidenhain wissen wir jetzt vom entbluteten Kaltblütermuskel, dass dessen Temperatur sowohl bei einer Einzelzuckung, wie bei dessen tetanischer Contraction steigt, dass also auch die bei lebenden Thieren beobachtete Temperatursteigerung wenigstens zum Theil von der Wärmebildung im Muskel herrühren muss. Es hat sich ferner gezeigt, dass der Muskel um so mehr Wärme bildet, je weniger er unter gleichem Erregungszustande Arbeit zu leisten hat (Heidenhain, Fick). Da die Temperatursteigerung ein Maass des im Muskel vor sich gehenden Stoffwechsels ist, geht aus diesen Versuchsergebnissen unmittelbar hervor, dass man durch elektrische Ströme den Muskelstoffwechsel anregen kann, auch wenn z. B. durch pathologische Verhältnisse (z. B. Ankylosen der Gelenke) der sich contrahirende Muskel keine Arbeit mehr zu leisten vermag. Wenn allerdings der Strom so eingeschlichen wird, dass der Muskel während seines Durchströmtseins nicht in Contraction geräth, dann zeigt sich keine Temperatursteigerung im Muskel (v. Ziemssen).

VI. Einwirkung faradischer und galvanischer Ströme auf den Sympathicus. Galvanisation und Faradisation am Halse.

Man kennt schon ziemlich lange die Folgewirkungen, welche auf Durchschneidung und auf Reizung des blossgelegten Halssympathicus auftreten. Durchschneidung des Halssympathicus am Thiere bewirkt Verengerung der Pupille, Herabhängen der Augenlider und der Nickhaut, Einsinken des Augapfels in die Augenhöhle, Erweiterung der Irisgefässe, Injection der Conjunctiva, Erweiterung und stärkere Füllung der Ohrgefässe; dagegen ist eine besondere Veränderung der Gehirn- und Gehirnhautgefässe bis jetzt noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden. Elektrische Reizung des oberen Theiles des durchschnittenen Halssympathicus

bewirkt Pupillenerweiterung, Verengerung der Irisgefässe, Steigerung des inneren Augendrucks, Vorwölbung der Cornea, Hervortreten des Augapfels, Verengerung der Ohrgefässe.

Man hat ferner auch am unverletzten Menschen bei Faradisation und Galvanisation des Halses in der Gegend des oberen Halsganglions des Sympathicus Erscheinungen eintreten sehen, welche auf Sympathicusreizung zurückgeführt werden könnten, so z. B. Gerhardt Pupillenerweiterung; ferner schliessen Gerhardt und Remak auch auf eine tonisirende Gefässwirkung aus manchen Heilwirkungen, welche sie bei einer derartigen Elektrisirung am Halse des Menschen beobachtet zu haben glauben. Namentlich hat Remak, nachdem er bei vollständiger Facialisparalyse, atrophirter Wangenmusculatur, gänzlich erloschener faradischer und galvanischer Erregbarkeit derselben mittelst 15minütlicher Durchströmung des Halssympathicus mit einem absteigenden galvanischen Strome die directe (nicht die indirecte) Erregbarkeit einiger Gesichtsmuskeln wieder herstellte, zur Erklärung dieses Vorgangs zwei Hypothesen aufgestellt: 1) Durch die Galvanisation des Sympathicus erreicht man eine Verbesserung der Circulation in den Gesichtsmuskeln; und nach Brown-Séquard und Stannius ist frischer Zufluss arteriellen Blutes im Stande, fast abgestorbene Muskeln wieder zu beleben und contractionsfähig zu machen. Gleichzeitig wird die Circulation im Canalis Falopiae, in der hinteren Schädelgrube, vielleicht auch im Pons selbst, günstig beeinflusst. — Die Theorie stützt Remak mit der weiteren Beobachtung, dass die Geschwulst der Gesichtsknochen in dem erwähnten Falle sich während der Behandlung besserte und fast verschwand. Auf der anderen Seite glaubt Remak 2) auf Grund von Erfahrungen, die er über die Aran'sche Muskelatrophie gemacht hat, dass Fasern des Sympathicus in directem Verkehr mit Zellen des Cerebro-spinal-Organs stehen, welche Verbindungen allerdings bis jetzt weder anatomisch noch physiologisch nachgewiesen sind. Durch Vermittelung dieser Bahnen soll die Erhöhung der Erregbarkeit und mit ihr die Heilwirkung zu Stande kommen.

Seit Remak, dem Begründer der Galvanotherapie des Sympathicus, stützen sich alle neueren Ansichten über den Werth der fraglichen Heilmethode einerseits auf vasomotorische, andererseits auf nervöse, bezw. centrale Einflüsse, welche durch die Galvanisation des Sympathicus ausgeübt werden sollen. Dass in der That bei Galvanisation des Halses Stromschleifen den Sympathicus in der Tiefe erreichen und durchfliessen, hat zudem noch Burkhardt (1870) nachgewiesen, und so schienen alle Erfahrungen für eine Uebereinstimmung des physiologischen und therapeutischen Experiments zu sprechen. Beard und Rockwell vertraten dann weiter die Ansicht, dass man durch den Halssympathicus nicht nur auf den Schädelkreislauf, sondern auch auf das Rückenmark, die Brust- und Bauchorgane wirken könne.

Nichtsdestoweniger stellte sich einer bedingungslosen Annahme der Remak'schen Auffassungen von der Galvanisation des Sympathicus eine Reihe schwerer Bedenken entgegen und erheischten eingehende Nachuntersuchungen, welche in der That auch 1876 und 1877 von G. Fischer angestellt worden sind. Beim physiologischen Experiment war fast ausnahmslos der blossgelegte Sympathicus faradisch gereizt worden; beim unverletzten Menschen dagegen hatte namentlich Remak fast ausschliesslich den galvanischen Strom percutan angewendet. Auch hatte man beim Menschen aus begreiflichen Gründen nicht so grosse Stromstärken anwenden können, wie beim Thiere. Ferner war zu bedenken, dass man beim Ansetzen der Elektroden am Halse keineswegs den Grenzstrang des Sympathicus allein trifft, sondern gleichzeitig eine Anzahl anderer Gebilde: den N. vagus, recurrens, ramus descendens hypoglossi, welche Nerven sämmtlich unter allen Umständen im Bereiche des Stromes liegen und von diesem mit beeinflusst werden müssen. Wenn man dazu noch ferner in Erwägung zieht, dass gleichzeitig immer auch viele sensible Hautäste, ja bei stärkeren Strömen sogar die Medulla stets getroffen werden muss, so wird man einsehen, dass man am Menschen statt der einfachen physiologischen Einwirkung auf einen isolirten und durchschnittenen Nervenstamm eine grosse Zahl anderer Factoren vor sich hat, welche die Wirkung der sogenannten Sympathicusgalvanisation zu einer äusserst complicirten machen.

Fischer prüfte zuerst einige streitige Punkte nochmals mit genauen Methoden am freigelegten Sympathicus der Thiere und verglich dann mit den hierbei erhaltenen Ergebnissen die Erscheinungen, welche man bei den in der Gegend des Sympathicus am Halse des unverletzten Menschen vorgenommenen Elektrisirungen beobachtet.

Was die Frage anlangt, ob der blossgelegte Sympathicus an Pferden und Katzen bei Faradisation und Galvanisation eine verschiedene Wirkung auf Pupille, auf den Blutdruck in den äusseren Kopfarterien und auf den Gehirnkreislauf ausübe, so fand Fischer folgende Thatsachen: Einseitige Galvanisation, obschon am blossgelegten Nerven angewendet, hat gar keine oder höchstens nur minimale Wirkungen; dagegen hat einseitige Faradisation bei sonst gleichen Bedingungen eine starke Wirkung sowohl auf Pupille, wie auf den Blutdruck in den äusseren Kopfarterien, eine nur geringe auf den Hirndruck; letzterer steigt bei doppelseitiger Faradisation unter klonischen Krämpfen in den Streckern der Hinterfüsse und des Rückens auch bei stark narcotisirten Thieren rasch und bedeutend an, um noch während der Stromesdauer wieder zu sinken.

Hinsichtlich der percutanen Reizwirkungen in der Gegend des Sympathicus kam Fischer zu dem sicheren Ergebniss, dass es allerdings möglich ist, durch elektrische, am Halse percutan angewendete Ströme die Blutvertheilung im Schädel zu beeinflussen, dass aber der N. sympathicus, von dem man diesen Einfluss haupt-

sächlich erwarten sollte, an demselben zum grossen Theil unschuldig ist, und dass seine Wirkung vollständig in den Hintergrund tritt gegenüber den anderen oben genannten absolut nicht ausschliessbaren Factoren.

Nach Fischer ist daher die vielgepriesene Galvanisation des Sympathicus gar keine Galvanisation dieses Nerven, und man kann nur noch von einer „Galvanisation am Halse" sprechen. Ueber die Wirkungen dieser letzteren stellt Fischer folgende Thesen auf:

1) Die Galvanisation und Faradisation am Halse ist im Stande, Alterationen in der Blutfülle des Gehirns herbeizuführen, die unter Umständen von therapeutischem Werthe sein können. Diese therapeutische Wirkung ist jedoch keine bestimmte, namentlich ist sie nicht abhängig von der Stromrichtung und Polwirkung, und jedenfalls ist sie energischer bei Anwendung des faradischen, als bei der des constanten Stromes.

2) Die Wirkung der Galvanisation am Halse auf das Gehirn ist vorwiegend eine indirecte. In Betracht kommen dabei, wie oben erörtert, die sensiblen Fasern der Haut, die centripetalen Fasern des Vagus und Depressor, die Muskelcontractionen. Von einfachen Hautreizen würde sich die Wirkung dadurch unterscheiden, dass nicht nur die cutanen sensiblen Aeste, sondern auch die centripetalen Fasern des Vagus gereizt werden. Diese Reizung der Vagi spielt nach der Ansicht Fischer's bei der Procedur eine Hauptrolle. Das Verfahren würde deshalb vielleicht besser Galvanisation des Vagus genannt, wenn der Name „Galvanisation am Halse" nicht acceptirt werden sollte.

3) Der Sympathicus wird durch den am Halse applicirten Strom nachweisbar getroffen; er scheint auch für den faradischen Strom etwas erregbar zu sein, fraglich ist aber noch, ob durch denselben vasomotorische Fasern für das Gehirn direct erregt werden. Jedenfalls ist die Betheiligung des Sympathicus am ganzen Effect eine minimale.

4) Die Faradisation der Sympathicusganglien steigert diesen Effect nicht; dieselben zeigen keine anderen Erregbarkeitsverhältnisse, als der Halsstrang.

5) Es existirt kein einziger stichhaltiger Beweis, dass der Grenzstrang des Menschen in der Weise eines motorischen Nerven auf den constanten Strom reagirt. Es scheint, dass zur Erregung des Nerven wiederholte, sich rasch folgende Aenderungen der Stromrichtung und der Dichtigkeit nöthig sind, wie sie im faradischen secundären Strom und in rasch wiederholten Stromwendungen gegeben sind.

Uebereinstimmend mit Fischer's Ergebnissen sind die Beobachtungen von Klein und Swetlin, welche keinen Einfluss der Galvanisation auf die Blutfülle der Retinalgefässe fanden und den gleichen negativen Befund bei Katzen, wie beim lebenden

Menschen erhielten, bei dem der Sympathicus in der üblichen Weise galvanisirt worden war. Da auch die Durchschneidung des Halsstammes keine Erweiterung der Retinalgefässe herbeiführte, schliessen die beiden Autoren: die Netzhautgefässe werden nicht durch den Sympathicus versorgt. Onimus dagegen glaubt beobachtet zu haben, dass bei Galvanisirung des oberen Ganglion cervicale die Gefässe der Sehnervenpapille sich zuerst verengern, dass dann die normalen Pulsationen häufiger werden, bis das Gefässcaliber schliesslich die Norm übertrifft.

Die Pupillenreactionen, die von verschiedenen Autoren während der Sympathicusgalvanisation am Menschen gesehen wurden, hält Fischer nicht für directe Reizerscheinungen, sondern für von der sensiblen Hautnervenerregung aus ausgelöste Reflexe. Neuerdings wieder haben bekanntlich Schiff und Foa die grosse Empfindlichkeit der Pupille als Reagens auf sensible Reize betont. Dass Stromschwankungen stärkere sensible Reize setzen, als das ruhige Fliessen des Stromes, bedarf keiner weiteren Erörterung; es ist deshalb erklärlich, dass gerade bei ihnen leichter Alterationen der Pupillenweite auftreten, die dann mit Unrecht als Schliessungs- und Oeffnungsreactionen imponiren können.

Katyschew kommt auf Grund einer physikalisch-anatomischen Betrachtung über die Strombahnen zu dem Schluss, dass die Galvanisation des Sympathicus nach der üblichen Methode mit der Galvanisation des Plexus caroticus identisch sei. Am nächsten werde die Elektrode dem Plexus caroticus kommen, wenn sie zwischen Sternocleidomastoideus und Kehlkopf angesetzt wird. Der Stromlauf mache es auch begreiflich, warum bei der Galvanisation des Sympathicus die Erweiterung der Pupille so selten ist und im Allgemeinen so unbedeutend ausfällt; es werde nicht so sehr der Stamm des Sympathicus, welcher die zum M. dilatator pupillae gehenden Fasern enthält, getroffen, als diejenigen Fasern, welche zur Carotis gehen, den Plexus caroticus bilden, und zwar auf ihrer peripherischen Bahn. Galvanisire man den Plexus caroticus, oder, was dasselbe heisst, das Trigonum colli superius, so erhalte man hinsichtlich der Pupille keine constanten Resultate, bald Verengerung, bald Erweiterung, bald ein Fehlen jeglicher Erscheinung. Dagegen sei der Einfluss der Faradisation der genannten Gegend hauptsächlich von zwei Erscheinungen constant begleitet, einer Verengerung der Pupillen und einer Veränderung der Farbe der Iris. Die Pupillen verengern sich häufiger erst nach Verlauf einer längeren Zeit, bald nur die Pupille, auf deren Seite die Halselektrode steht, bald beide, bald sogar die entgegengesetzte. Ferner tritt sehr oft eine Ungleichmässigkeit der Erweiterung der Iris auf; die Pupille erscheint daher zuweilen beträchtlich verschoben; in einigen Fällen ist es nothwendig, um ein Resultat zu erhalten, zugleich eine gewisse Verstärkung der Beleuchtung obwalten zu lassen. Zuweilen bemerkt man auch eine trichterförmige Einstülpung der Iris nach dem Augengrunde, in

einigen pathologischen Fällen ist die Verengerung verlangsamt, geschwächt oder bleibt gänzlich aus. Eine Entfärbung zeigt sich in der Weise, dass graue oder braune Augen heller werden. Um die Pupille erscheint ein weisser oder gelber Ring; auch kommt es vor, dass die Iris stellenweise heller wird.

K. meint, dass bei der Faradisation des oberen Halsdreieckes noch unbekannte Nerven erregt werden, welche auf die Fasern des N. sympathicus, die sich zum M. dilatator pupillae begeben, einen hemmenden Einfluss haben. Die Veränderungen der Farbe der Iris werden der Lageveränderung der einzelnen verschieden pigmentirten Fasern der Regenbogenhaut zugeschrieben.

Eulenburg und Przecvoski fanden bei Kathodenschliessung am Halse Abkühlung, bei Anodenschliessung eine geringe Temperaturerhöhung der betreffenden Wange; doch hatten sie ein gleiches Ergebniss auch bei Reizung cerebro-spinaler Nerven. M. Meyer beobachtete an der oberen Extremität derjenigen Seite, auf welcher eine Elektrode der Sympathicusgegend aufsass, Steigerung der Temperatur und Schweissabsonderung; allein Adamkiewitz hat nachgewiesen, dass Schweisssecretion auf Reizung eines jeden cerebro-spinalen Nerven auftritt; da nun bei Halsgalvanisation stets auch der Plexus brachialis durchströmt wird, kann man die Meyer'sche Beobachtung nicht mehr als Sympathicuswirkung auffassen. In einem von Otto mitgetheilten Fall von erythematöser Röthe mit Hitzegefühl in der linken Seite des Gesichts, Halses und Nackens, bei welchem mit aller Bestimmtheit die Diagnose einer Lähmung des linken Halssympathicus gestellt werden konnte, verschwand nach Application der Kathode eines galvanischen Stromes am Halse schon in den ersten Sitzungen die Röthe während der Stromesdauer und wurde das ganze Leiden in 18 Sitzungen geheilt, was auf Erregbarkeit und Beeinflussungsmöglichkeit des Halssympathicus allerdings hinzudeuten scheint.

Der von Fischer nicht berührte, aber bei jedem Menschen fast ausnahmslos eintretende Schwindel bei Halsgalvanisation rührt wohl von Stromschleifen her, welche das Gehirn treffen; doch mag Veränderung des Gehirnblutkreislaufs auch ihre Mitschuld an diesem Symptome haben. Bei lange Zeit täglich 2—5 Minuten lang fortgesetzter Halsgalvanisation, anch wenn die Elektroden nicht in der Sympathicusgegend aufgesetzt wurden, beobachtete ich selbst, dass die Behandlung oft in Folge heftiger Kopfschmerzen unterbrochen werden musste.

Man hat mehrfach angenommen, dass im Sympathicus beschleunigende Fasern für die Herzthätigkeit verlaufen. Böhm und Fischer konnten an Katzen in keinem einzigen Falle durch faradische Reizung des Sympathicus eine Beschleunigung der Herzthätigkeit bewirken; ersterer wies zudem nach, dass durch den Halsstrang nur ausnahmsweise accelerirende Fasern verlaufen, dass dieselben nur durch die Rami communicantes des untersten Hals-

ganglions in den Plexus cardiacus gelangen. Wenn man auch als möglich annehmen darf, dass beim Menschen herzbeschleunigende Fasern im Halsstamm liegen und dass diese bei der Galvanisation am Halse gereizt werden, so wird diese Wirkung wohl vollständig paralysirt werden durch die gleichzeitige unvermeidliche Erregung des Vagus. (Vergl. unten.)

Für die übrigen Verzweigungen des Sympathicus, namentlich für die in der Bauchhöhle, ist bis jetzt noch nie der Beweis erbracht worden, dass man sie am unverletzten Menschen von der Haut aus dem elektrischen Strome unterthan machen könne; wir können daher an dieser Stelle die am blossgelegten Sympathicus beobachteten Reizerscheinungen, z. B. der splanchnischen Aeste, übergehen.

VII. Einwirkung faradischer und galvanischer Ströme auf den Nervus vagus und accessorius.

Auch der Vago-accessorius liegt so oberflächlich am Halse, dass er bei percutaner Elektrisirung nachgewiesenermassen von Stromschleifen getroffen wird.

Wie bekannt, verlaufen in seiner Bahn sehr viele verschiedenartige Nervenfasern, so dass bei seiner Reizung die mannigfachsten Functionen angeregt werden. Die centripetalen sensiblen Fasern laufen zu Schlund, Kehlkopf und Luftröhre, Lunge, Herz, Magen und sind sowohl die Leitungsbahnen für die Empfindungen dieser Theile, wie auch für Erregungsreflexe im Gebiete der Athmung und des Kreislaufs, und für Hemmungsreflexe im Gebiete der Inspiration, der Herzbewegungen und der Gefässe. Unter seinen centrifugalen Fasern finden wir ebenfalls hemmende Fasern für die Gaumen-, Schlund-, Kehlkopf-, Magen- und Darmmuskeln.

Indem ich bezüglich der genaueren Einzelheiten auf die Lehrbücher der Physiologie verweise, habe ich hier nur hervorzuheben, dass man durch percutane Reizung am Halse in der Gegend des Vagus in der That einige dieser vielen Fasern mit Sicherheit zu erregen im Stande ist, nämlich diejenigen, welche auf die Blutcirculation einen Einfluss haben und Erhöhung oder Verminderung des Blutdrucks im Gehirn und Verlangsamung der Herzschläge bewirken. Nach R. Remak sind selbst starke galvanische Ströme von 20—30 Elementen in der Regel bei Gesunden wie Kranken ohne allen Einfluss auf die Herzbewegung, wenn sie nach dem Laufe des N. vagus geführt werden. Nur bei wenigen schwachen, mageren Individuen fand er hierbei eine mehrere Secunden bis Minuten andauernde Verlangsamung des Pulses mit gleichzeitiger Ohnmacht und Blässe, aber ohne weitere Beschwerden; doch waren es immer ängstliche und erregbare Menschen und ein Verdacht auf psychische Mitwirkung niemals abzuweisen. Eulenburg und Schmidt fanden bei Aufsetzung der Kathode hinter dem

Kieferwinkel, der Anode auf das Manubrium sterni und Durchleitung eines kräftigen stabilen Stromes eine Abnahme der normalen Pulsfrequenz um 5—15 Schläge in der Minute, gleichzeitig begleitet von einer Abnahme der Spannung und des Drucks in Carotis und Radialis; ein ähnliches Verhalten übrigens auch bei umgekehrter Stromrichtung und entfernten Hautreizen, so dass es wahrscheinlich ist, dass alle diese Reize nur auf reflectorischem Wege und nicht direct die herzregulirenden Fasern des Vagus beeinflussen. Eine directe Wirkung auf die Vagi glauben obige Beobachter nach den Ergebnissen der von Bezold und Landois angestellten Versuche über die Wirkung constanter aufsteigender Ströme auf die Vagi überhaupt nicht wohl annehmen zu dürfen.

Herzstillstand ist meines Wissens durch Halsgalvanisation und -faradisation bis jetzt noch nicht bewirkt worden; nur Gerhardt fand unregelmässigen Puls, Uebelsein und Ohnmacht. Quincke, dem es gelang, durch mechanischen Druck auf die Vagusgegend bei Menschen Herzstillstand und Ohnmacht zu bewirken, war nicht im Stande, durch Faradisiren oder durch Oeffnen und Schliessen eines galvanischen Stromes ähnliche Wirkungen zu erzielen; auch bei Anwendung eines galvanischen Stromes von 40 Elementen (Anode auf Sternum, Kathode hinter dem rechten Kieferwinkel) ergab sich nur einige Male eine so kurzdauernde und undeutliche Verlangsamung, dass ein Zufall nicht ausgeschlossen werden konnte.

Rossbach hat bei starker Galvanisation und Faradisation in der Vagusgegend am Halse des Menschen mit Sicherheit Zuckungen der Kehlkopfsmuskeln (vergl. S. 334), sowie Magen- und Darmbewegungen auftreten sehen bezw. hören, letztere erkenntlich an den starken gurgelnden und knurrenden Schallwahrnehmungen in der Magengegend. Brenner sah sogar Würgen und Erbrechen danach eintreten.

Auch den Husten, welcher beim Aufsetzen beider Elektroden an verschiedenen Stellen des Halses und Nackens häufig einzutreten und sich sehr häufig zu den auf gleichzeitige Reizung des N. hypoglossus zurückzuführenden Schluckbewegungen zu gesellen pflegt, glaubt Brenner auf Vagusreizung beziehen zu dürfen. Diese Hustenbewegungen bestehen in einer ein- oder mehrmaligen kurzen, kräftigen, trockenen Exspiration, welche sofort beim Kettenschluss eintritt, sich aber während der ersten Zeit der Stromesdauer leicht mehrere Male wiederholt und öfters von einem kitzelnden oder kratzenden Gefühle im Halse begleitet wird. Bei längerer Stromesdauer verliert sich dieses Gefühl und mit ihm der Hustenreiz gänzlich, erscheint aber bei Stromschwankungen, mögen dieselben nun im metallischen Theile der Kette oder durch Verschieben der Elektroden auf der Oberhaut herbeigeführt werden, leicht von Neuem. Der Schliessungsreiz bringt das Symptom zwar am Sichersten zu Wege, aber wo dasselbe mit besonderer Leichtigkeit auftritt, er-

scheint es auch beim Einschleichen in die Kette, sobald der Strom eine gewisse Stärke erreicht hat. Bei Personen, welche ausgezeichnet waren durch die Leichtigkeit, mit der bei ihnen dieser galvanische Husten entstand, konnte B. nach langer Stromesdauer auch einen bei der Kettenöffnung eintretenden Hustenreiz beobachten, der sich entweder auf die den Husten vorbereitenden Bewegungen und die begleitende kratzende Empfindung beschränkte oder einen vollkommenen einmaligen Hustenact darstellte.

Die Angriffspunkte, von welchen aus dieser galvanische Husten am Leichtesten hervorzurufen ist, sind die Kehlkopfsgegend, die Gegend des vorderen Randes des Musculus sternocleidomastoideus, und ganz besonders der hintere und seitliche Umfang des Nackens. Diese Punkte benutzte B., um den Einfluss der einzelnen Pole auf das in Rede stehende Symptom zu prüfen. Zu diesem Zwecke wurde nur die eine Elektrode auf einen der bezeichneten Punkte, die andere aber auf irgend eine entfernte Stelle des Rumpfes oder der Glieder aufgesetzt. Hier zeigte sich nun die im Gegensatze zu dem Reactionsmodus anderer Nerven höchst auffällige Erscheinung mit grosser Deutlichkeit, dass bei Schliessung der Kette und während der ersten Momente der Stromesdauer der Husten mit grösserer Sicherheit und in grösserer Intensität dann eintrat, wenn die Anode, nicht aber, wenn die Kathode jenen Angriffspunkten entsprach. Bei anschwellender Stromstärke trat das Symptom früher bei AS[1]) als bei KaS auf, ja in einem Falle konnte B. sich davon überzeugen, dass nach langer Stromesdauer KaO, nicht aber AO den Husten hervorrief. Mit einem Worte also, der durch den galvanischen Reiz erzeugte Husten scheint in Betreff der ihn veranlassenden Reizmomente das umgekehrte Gesetz zu befolgen, als die Muskelzuckung.

VIII. Elektrisirung der laryngealen Vagusäste und Muskeln.

Die von jedem Laryngologen so oft vorzunehmende elektrische Behandlung der Kehlkopfmuskellähmungen hat gezeigt, dass man durch die percutane Elektrisirung in der Gegend des Kehlkopfs oder in der Gegend des Verlaufs und Eintritts der Kehlkopfnerven in vielen Fällen eine deutliche und vollständige Heilung der Stimmbandlähmungen bewirken kann.

Man hatte anfänglich aus diesen Heilerfolgen den Schluss gezogen, dass es hierbei in der That gelungen sei, von der Haut aus Stromschleifen bis zu den Kehlkopfnerven und -Muskeln einzuführen, welche hinreichend stark wären, um deren Functionen wieder anzuregen. Namentlich brachte Gerhardt eine Reihe von Beobachtungen, welche für diese Annahme zu sprechen schienen, oder es zum mindesten wahrscheinlich machten, dass beim Ansetzen der Elek-

[1]) A = Anode, Ka = Kathode, S = Schliessung, O = Oeffnung.

troden an die oberen Hörner des Schildknorpels der obere, an die unteren Hörner der untere Kehlkopfnerv gereizt werde. Dass wenigstens der Halsvagus und dessen Herzfasern percutan faradisch zu erreichen seien, schloss er, wie bereits (S. 330) erwähnt, aus dem dabei eintretenden unregelmässigen Puls, Uebelsein und Ohnmacht.

Ein Versuch sollte zeigen, ob die Faradisation der Kehlkopfnerven bei Gesunden die Stimme ändert. Die Betreffenden mussten eine bestimmte Note singen; die Elektroden waren schon vorher angesetzt und wurden erst während des Singens plötzlich von einem Strom durchflossen; allein in der Regel war hierdurch keine, selten eine unbedeutende Aenderung der Stimme, einiges Heller- und Höherwerden derselben zu beobachten. In einem weiteren Versuche wurden einem leicht zu laryngoskopirenden Kranken die Elektroden an beide Eintrittsstellen des Recurrens angesetzt, während ein unfühlbar schwacher Strom hindurchging, hierauf die Bewegung der Stimmbänder mit dem Kehlkopfspiegel beobachtet, während der Kranke abwechselnd einen Vocal aussprach und dazwischen einathmete. Während alles dieses im Gange blieb, wurde dann der durchgeleitete Strom so weit verstärkt, dass er, wie ein vorhergegangener Versuch gezeigt hatte, starke und bereits etwas schmerzhafte Contractionen der Gaumenmuskeln hervorrief, wenn er durch diese geleitet wurde. Die Stimme des Kranken, welcher fortwährend den gleichen Ton in mässigen Intervallen aussprach, blieb dabei völlig unverändert, ebenso das, was man laryngoskopisch über den Stimmbandschluss, die Spannung und das Zittern der Stimmbänder wahrnehmen konnte. Dagegen ergab sich, dass nach dem Aussprechen des Vocals das Wiederauseinanderweichen der Stimmbänder zitternd und absatzweise erfolgte (welches vorher ruhig und gleichmässig geblieben war), dass ferner die Glottis nur die Hälfte, in einem anderen Falle drei Viertheile der früheren Weite bei ruhigem Athmen erlangte. Eine Variation des Versuchs in der Art, dass nur Ein Recurrens in den Strom gefasst wurde, ergab zitternde, zugleich weniger ausgiebige Auswärtsbewegung nur dieses Stimmbandes. Die in ähnlicher Weise mit anfangs sehr schwachem, dann plötzlich verstärktem Strome vorgenommene Faradisation der Nn. laryngei sup. (an den beiden oberen Hörnern des Schildknorpels) ergab sofortige so starke Senkung des Kehlkopfdeckels, dass jede weitere Beobachtung der Stimmbandbewegung unmöglich war. Auch hierbei wurde der Ton der Stimme nicht verändert. Legte man dagegen, während die Elektroden bei ruhigem Athmen des Kranken auf die Nn. laryngei sup. gerichtet wurden, den Finger vorn zwischen Schild- und Ringknorpel, so fühlte man eine kurze Annäherung derselben.

Gerhardt glaubt, dass sich aus diesen Versuchen die Möglichkeit, von der Haut aus die Kehlkopfnerven faradisch zu erregen gebe. Ziemssen dagegen, welcher die gleichen Erscheinungen bei percutaner Faradisation zwar auch gesehen hat, glaubt dieselben nicht als Folge der Recurrensreizung, sondern nur als Folge

eines Eingriffes am Kehlkopf überhaupt gelten lassen zu dürfen. Er fand dieses ängstliche und unsichere Gebahren der Stimmbänder vorzüglich bei empfindlichen ungeübten Personen, aber auch bei sonst Geübten, im Falle ein neuer überraschender Eingriff am Kehlkopf oder in dessen Nähe vorgenommen wurde, ohne dass bestimmte Kehlkopfnerven oder -Muskeln in den Kreis gefasst wären. Für das Gelingen der Reizung des Nervus laryngeus superior hält übrigens auch Z. die energische Detraction des Kehldeckels als ein sicheres Zeichen. Den Grund, weshalb es selten gelingt, die Nn. laryngei inf. auf percutanem Wege isolirt zu reizen, sucht Ziemssen selbstverständlich in ihrer tiefen Lage und vorzüglich in der Vorlagerung von Muskelschichten in etwa vorhandenem starken Fettpolster, deren Contraction das Eindringen der Elektrode und des Stromes verhindert; die Unzugänglichkeit des N. recurrens werde sehr häufig auch durch den vergrösserten Seitenlappen der Schilddrüse allein bedingt. Z. fährt fort: „Wenngleich nun also nicht geleugnet werden soll, dass es unter besonders günstigen Bedingungen (magerer Hals, kleine Schilddrüse, Platysma mehr nach vorn reichend u. s. w.) möglich sein mag, die Nervi laryngei von der Oberfläche des Halses aus zu isoliren, so entziehen sie sich doch in den meisten Fällen in Folge ihrer tiefen Lage der directen Erregung, und ich muss deshalb die percutane Elektrisirung derselben, besonders der Recurrentes, als eine höchst zweifelhafte Procedur bezeichnen."

Da demnach die ganze Frage eine noch offene und zugleich praktisch wichtige ist, insofern nach dem Vorgange Ziemssen's im Glauben an die geringe Wirksamkeit der percutanen Elektrisirung viele Laryngologen dieselbe verlassen und zu der dem Kranken weitaus beschwerlicheren und schmerzhaften intrapharyngealen und -laryngealen Elektrisirung übergegangen sind: hat Rossbach dieselbe von Neuem an einem grossen, sehr muskel- und willensstarken, wenig empfindlichen jungen Mann von 22 Jahren vorgenommen, der einen grossen weiten Kehlkopf, sehr lange Stimmbänder hatte, sich sehr gut laryngoskopiren liess und sich mit grosser Hingebung allen auch schmerzhaften Manipulationen unterzog, so dass alle Verhältnisse ebenso gut zu übersehen, wie auch anzuordnen waren.

Die zuerst nach den verschiedensten Richtungen angestellten Versuche zeigten, dass die auf Faradisation oder Galvanisation eintretenden Muskelactionen im Kehlkopfe durch mehrere ganz verschiedene Ursachen bedingt waren: 1) durch Reflexe von Seite des Grosshirns und Rückenmarkes auf die schmerzhaften Hauterregungen; dahin gehörten die bei Durchleiten von Strömen fester und enger werdende Stellung der Stimmbänder während der Athmung, manche unruhig zitternde Bewegung der Stimmbänder beim Uebergang aus der Phonations- in die Respirationsstellung und umgekehrt; 2) durch die bei Galvanisation so häufig hervorgerufenen Schluckbewegungen, welche zum Theil, wie ich durch Versuche an

mir selbst gefunden habe, von dem Gefühl eines am Zäpfchen hängenden kalten Wassertropfens herrühren, also auch reflectorischer Natur sind; 3) die Mitbewegungen des Kehlkopfes mit den durch die Zuckungen der Halsmuskeln, z. B. des Sternocleidomastoideus bedingten Verschiebungen, und endlich 4) durch directe, die Kehlkopfnerven und -Muskeln treffende Reizströme.

Es gelang mir aber erst nach vielem Probiren, die richtige Methode zu finden, durch welche es möglich wurde, zweifellos nachzuweisen, dass von der Haut aus selbst nicht sehr starke Ströme einer galvanischen Kette bis zu dem N. recurrens gelangen und denselben noch in einer solchen Intensität treffen können, dass Zucken der Stimmbandmuskeln eintritt. Es musste vor Allem eine Stromstärke gefunden werden, welche die übrige Halsmusculatur in Ruhe und nur die reine Kehlkopfreizung zur Beobachtung kommen liess. Auch die Form, sowie der Ort des Einsetzens der Elektrode war für diese Aufgabe nicht gleichgültig; am zweckmässigsten zeigte sich eine knopfförmige, nicht grosse Schwammelektrode, welche in der Mitte zwischen Kehlkopf und Brustbein, also weit unterhalb des Ringknorpels seitlich unter dem vorderen Rand des M. sternocleidomastoideus eingeschoben wurde, so weit es ohne zu grossen Schmerz möglich war. Die andere Elektrode wurde immer auf eine weit entfernte indifferente Stelle, z. B. auf den Handrücken derselben Seite aufgesetzt. Wenn man nach allen diesen Vorbereitungen den zu Untersuchenden ruhig und nicht zu tief athmen und während des Laryngoskopirens den Strom öffnen oder schliessen lässt, so dass also nur ein einziger Oeffnungs- oder Schliessungsschlag zur Wirkung gelangt, dann sieht man ausnahmslos auf der Seite, auf welcher die Elektrode in den Hals eingedrückt ist, eine einzige Zuckung: das Stimmband in seiner ganzen Länge sammt dem Aryknorpel macht eine kleine Einwärtsbewegung, um sich im nächsten Augenblick wieder nach aussen in seine vorherige ruhige Respirationsstellung zurückzubegeben; war die Kathode am Halse angesetzt, so zeigte sich diese Bewegung am stärksten bei der Schliessung des Stromes, bei der Oeffnung viel schwächer oder gar nicht; war es die Anode, dann zeigte sich nur eine Oeffnungszuckung. Zugleich bewegte sich immer der obere Rand der Epiglottis etwas nach vorn. Kurz, fast unmittelbar nach dieser Einzelzuckung tritt ausnahmslos eine Schluckbewegung auf, die jede weitere Beobachtung unmöglich macht. Lässt man sodann einen Ton anschlagen und längere Zeit anhalten, dann machen die Stimmbänder während des Oeffnungs- bezw. während des Schliessungsschlages den entschiedenen Eindruck, als ob sie sich noch um eine Spur mehr einander näherten und die Glottis etwas mehr schlössen. Der Ton wird nicht unterbrochen, aber deutlich etwas höher. Dass der Ton nicht unterbrochen wird, zeigt übrigens, wie schwach die zum Recurrens gelangenden Zweigströme sein müssen. Ich kann mir nicht denken, dass ein nennenswerther Oeffnungs- oder Schliessungs-

schlag auf den peripheren Nervenverlauf nicht sofort die centrale Innervation hätte durchbrechen müssen. Auf der anderen Seite aber wieder ist durch diese Versuche der sichere Beweis geliefert, dass selbst mässige Ströme von der Haut aus den tiefliegenden Recurrens reizen, dass demnach starke Ströme, deren Wirkungen nur wegen der vielen anderen in Mitleidenschaft gezogenen Halsmuskeln und der dadurch bedingten starken Bewegungen mit dem Kehlkopfspiegel nicht controlirt werden können, noch viel intensivere Reizung der Kehlkopfnerven und -Muskeln bewirken müssen.

Da sich genannter junger Mann so vorzüglich für eine Spiegeluntersuchung auch bei starker und schmerzhafter Halsfaradisation eignete, suchte ich mir auch ein Bild von der natürlich viel complicirteren Kehlkopfwirkung starker, auf verschiedene Theile des Halses percutan gerichteter faradischer Ströme zu verschaffen, über die ja, wie erwähnt, ausser den Gerhardt'schen Angaben noch kein weiteres Beobachtungsmaterial vorliegt.

Folgendes sind die Ergebnisse:

1) Quere Durchleitung starker faradischer Ströme durch den Kehlkopf. Die beiden grossen plattenförmigen Elektroden stehen auf den beiden Flügeln des weit vorspringenden Schildknorpels. Respirationsstellung der Stimmbänder. Beim Einbrechen der Ströme wird der obere freie Theil des Kehldeckels nach vorn gezogen; dagegen tritt der untere angewachsene Theil des Kehldeckels, sein Tuberculum und seine Seitentheile stark nach hinten, so dass man sie nunmehr gut sehen kann, während sie vor der Faradisation unsichtbar waren. Gleichzeitig springt die vordere Hälfte des Taschenbandes und die von der Plica aryepiglottica zum Taschenband hinunterziehende Schleimhautfalte beiderseits stark nach innen wulstförmig vor und verdeckt die vordere Hälfte beider Stimmbänder. Die Stimmbänder selbst und die Aryknorpel behalten dabei ohne jede Verrückung ihre Respirationsstellung bei.

2) Eine Elektrode wird auf die linke Schildknorpelplatte aufgesetzt; die andere auf die Dorsalfläche der rechten Hand. Kehlkopfsinnere in Respirationsstellung. Wirkung: Es springt nur die vordere Abtheilung des linken Taschenbandes gegen die Mitte vor; das rechte und alle Stimmbänder bleiben unverrückt in ihrer Respirationsstellung.

3) Es wird einige Centimeter unter dem unteren Ringknorpelrand eine dünne Elektrode an dem vorderen Rand des linken M. sternocleidomastoideus tief nach hinten gegen die Stelle gedrückt, wo der Recurrens liegt. Kehlkopfsinnere in Respirationsstellung. Wirkung: Es zeigen sich unruhige, nicht genau festzustellende, kleine zuckende Bewegungen der Stimmbänder und eine hebelartige Bewegung des Aryknorpels, in der Weise, dass die obere Spitze schwach nach aussen, der Processus vocalis nach innen rotirt.

4) Es wird einige Centimeter unterhalb des Ringknorpels mit kleinen knopfförmigen Elektroden versucht, beide Nn. recurrentes

faradisch zu reizen. Wirkung: a. bei ruhiger Athmung: es wird die Respirationsstellung der Stimm- und Taschenbänder beibehalten; nur streckt sich der vorher etwas leicht gebogene Stimmbandrand und zeigen die Giessbeckenknorpel kleine zitternde Bewegungen; b. während der Intonation: man kann keine deutliche Beeinflussung sehen, wohl aber hört man den gesungenen Ton deutlich etwas in die Höhe gehen.

Wie man aus diesen Mittheilungen sehen kann, hat auch der mässig starke faradische Strom eine ganze Reihe von Kehlkopfwirkungen, welche mit obigen Beobachtungen nur zum kleinsten Theil erforscht sind. Leider stand mir die Versuchsperson nicht länger zur Verfügung, so dass ich mit meiner Untersuchung abbrechen musste; jedenfalls aber haben alle Beobachtungen mit Sicherheit gezeigt, dass auch von der Haut aus sowohl mit dem galvanischen, als faradischen Strome und selbst bei geringer Stromstärke eine physiologische und therapeutische Wirkung auf die Kehlkopfnerven und -muskeln stattfindet und dass daher eine intralaryngeale Elektrisirung nicht nothwendig ist und durch eine länger dauernde percutane Elektrisirung vollauf ersetzt werden kann.

IX. Elektrisirung des Auges und Opticus.

Das Auge ist vermöge seines grossen Wassergehaltes ein vorzüglicher Leiter der Elektricität. Selbst wenn der Strom in ziemlicher Entfernung von demselben durch den Schädel geleitet wird, findet man die das Auge durchsetzenden Zweigströme von ungewöhnlicher Dichte (v. Ziemssen). Der Opticus ist daher ausserordentlich leicht zu erregen und zeigt Reizerscheinungen (Farben-, Licht-, Blitzempfindungen) selbst bei ziemlich weit von den Augen aufgesetzten Elektroden.

Reizerscheinungen am Opticus. Nach den älteren, zwar auch eingehenden, aber mannigfache Differenzen ergebenden Untersuchungen namentlich von Ritter, Purkinje, sodann von Helmholtz, Funke u. A. hat namentlich Brenner eine gute kritische und auf zahlreichen neuen Versuchen gegründete Zusammenstellung aller hierher gehörigen Verhältnisse gegeben, welche wir hier zum Theil wiederholen.

Dass bei galvanischer Einwirkung der Sehnerv mit seiner Ausbreitung selbst der Sitz der Erregung und der Reizerscheinungen ist und nicht etwa blos reflectorisch von den Enden des Trigeminus aus erregt wird, geht aus folgenden Thatsachen hervor: Einmal steht die Quantität des optischen Reizeffectes in geradem Verhältnisse zur angewendeten Stromstärke, was bekanntlich bei reflectorischen Erscheinungen nicht der Fall ist. Weiter spricht für obige Annahme, dass Hyper- sowohl wie Anaesthesien des Trigeminus keine Aenderung der Erscheinungen im Auge bedingen; ferner, dass

inducirte Ströme, welche doch die Hautnerven so intensiv reizen, fast oder gar keinen Sehnervenreiz zu Stande bringen. Auch wäre die qualitative Verschiedenheit der Wirkungen der beiden Pole auf dem Wege reflectorischer Erregung unerklärbar.

Ob es nach Analogie der motorischen Nerven auch am Seh- oder überhaupt an empfindungsleitenden Nerven ein Maximum der Stromstärke gebe, über welches hinaus eine Steigerung der Wirkung nicht zu erzielen ist, wurde bis jetzt noch nicht untersucht.

Die Stärke, wie die Qualität der Reaction ist bei verschiedenen Personen sehr verschieden; dagegen zeigt sich bei allen Menschen ohne Ausnahme, dass ihr Auge je nach dem aufgesetzten Pol ein verschieden gefärbtes Lichtbild erblickt.

Nach Ritter, wie Purkinje und Brenner tritt bei Aufsetzen der Elektroden immer dasjenige Lichtbild im Auge auf, welches der in grösserer Nähe aufgesetzten Elektrode entspricht. Wenn beide Elektroden in nahezu gleicher Entfernung vom Sehnerven in der Umgebung des Auges aufgesetzt werden, so entsteht überhaupt höchstens eine undeutliche Farbenerscheinung; dagegen wird dieselbe sehr klar, wenn die Entfernung beider Elektroden vom Sehnerven eine verschiedene ist; doch darf auch sie nicht zu klein oder zu gross werden, weil sonst zu schwache Stromfäden das Auge selbst treffen würden. Wenn man auf zwei in gleicher Entfernung vom Auge befindlichen Punkten, z. B. unter dem unteren Augenhöhlenrande die Kette schliesst, und jene Punkte einander so weit nähert, dass keine Lichtempfindung beim Kettenschluss entsteht, und nunmehr bei fortwährend geschlossener Kette die eine Elektrode so verschiebt, dass sie dem Auge näher rückt, so entsteht das ihr entsprechende Lichtbild; verschiebt man sie hingegen (bei immer an der gleichen Stelle bleibender anderer Elektrode) in einer solchen Richtung, dass sie sich vom Auge entfernt, so entsteht das der anderen Elektrode entsprechende Lichtbild.

Am intensivsten sind alle Erscheinungen, wenn die eine Elektrode auf dem Auge, die andere auf dem Nacken aufsitzt. Dieselben werden in demselben Verhältnisse undeutlicher, je grösser der Winkel wird, welchen die (beide Elektroden) verbindende gerade Linie mit der Längsaxe des Sehnerven bildet.

Alle galvanischen Lichtbilder im Auge zeigen ausnahmslos 2 Farben, eine intensivere im Mittelpunkt, welche auch schon bei sehr geringen Stromstärken sichtbar wird und nach Kettenschluss längere Zeit andauert, und eine blassere Farbe, welche um die erstere einen Hof bildet, erst bei höheren Stromstärken deutlich wird und viel schneller verschwindet. Diejenige Farbe, welche bei dem einen Pole im Mittelpunkte des Lichtbildes sich befindet, bildet bei dem anderen Pole den Hof und umgekehrt.

Je schwächere Ströme in das Auge gelangen, um so schwächer werden die Farben, namentlich die peripheren, schliesslich bei den schwächsten Graden sieht man nur noch die centrale Farbe.

Nach Schluss des Stromes werden die Bilder immer schwächer und schwächer, bis sie endlich ganz verschwinden. Wenn man sodann die Kette öffnet, so entsteht eine rasch wieder verschwindende Lichterscheinung; die Farbenanordnung derselben ist aber umgekehrt, als die der Schliessung. Wegen der kurzen Dauer des Oeffnungsbildes kommt oft nur 1 Farbe zum Bewusstsein. Dichtigkeitsschwankungen wirken wie Oeffnung und Schliessung der Kette.

Im Uebrigen zeigt die Reaction der Augen gegen den galvanischen Strom mannigfache individuelle Verschiedenheiten, wie folgende Tabelle zeigen wird.

Strom-zustand.	Ritter.	Purkinje.	Helmholtz.	Brenner.
1) Anode auf dem Auge oder aufsteigende Stromrichtung				
Schliessung der Kette.	Grössere Helligkeit des Sehfeldes (Eintritt des positiven Licht-Zustandes), Empfindung glänzender blauer Farbe, Blitz.	Wahrnehmung eines Lichtscheines, der sich wie ein gelblicher Dunst über einen schwarzen Hintergrund zieht. An der Eintrittsstelle des Sehnerven eine hellviolette lichte Scheibe; im Achsenpunkt des Auges ein rautenförmiger dunkler Fleck mit einem rautenförmigen gelblichen Lichtbande umgeben, auf welches ein finsterer Zwischenraum und noch ein etwas schwächer leuchtendes gelbliches Rautenband folgt; die äusserste Peripherie des Lichtfeldes hat einen schwachen lichtvioletten Schein.	Bei schwachem Strom wird das dunkle Gesichtsfeld der geschlossenen Augen heller als vorher und nimmt eine weisslich-violette Farbe an; in dem erhellten Felde erscheint in den ersten Augenblicken die Eintrittsstelle d. Sehnerven als eine dunkele Kreisscheibe.	Im Grunde des Auges erscheint eine gelbgrüne Scheibe auf dunkelem Hintergrnnde, welche umgeben ist von einem im Anfang der Erscheinung grösseren und glänzenderen, hell himmelblau gefärbten Hofe. Das plötzliche Auftreten dieses im ersten Moment glänzenderen und grösseren Hofes macht den Eindruck eines Blitzes.
Während des Geschlossenseins der Kette.	Der positive Lichtzustand dauert so lange an, als die Kette geschlossen bleibt.	—	Die Erhellung nimmt schnell an Intensität ab.	Der hell himmelblaue Hof verkleinert sich immer mehr, wird matter und verschwindet end-

Strom-zustand.	Ritter.	Purkinje.	Helmholtz.	Brenner.
				lich ganz. Die centrale Erscheinung dauert etwas länger, verschwindet aber schliesslich ebenfalls.
Oeffnung der Kette.	Es entsteht die Empfindung rother Farbe, (Verdunkelung des Sehfeldes, negativer Licht-Zustand) und wieder ein Blitz.	Es kehren sich die Farben um; die vorher centrale Farbenempfindung wird zur peripheren, die periphere zur centralen.	Es tritt im Gegensatz zum vorausgegangenen Blau mit der Verdunkelung des Gesichtsfeldes auch eine röthlich-gelbe Färbung des Eigenlichtes der Netzhaut ein.	Es entsteht das umgekehrte Bild der Schliessung, nämlich hellblaues Centrum, gelbgrüner Hof, von welchem Brenner jedoch nur das himmelblau gefärbte Centrum mit Sicherheit zu erkennen vermag.
Nach der Oeffnung.	Beharrender negativer Lichtzustand. Allmäliges Zurückgehen aller Erscheinungen auf Null.	—	—	—

2) Kathode auf dem Auge oder absteigende Stromrichtung.

Strom-zustand.	Ritter.	Purkinje.	Helmholtz.	Brenner.
Schliessung der Kette.	Verdunkelung d. Sehfeldes (negativer Licht-Zustand). — Blitz. — Rothe Farbe.	Umkehr der obigen (Anodenschliessungs-) Erscheinung; Erleuchtung des Achsenpunktes, Verdunkelung d. Nerveneintritts; an der Eintrittsstelle des Sehnerven ist ein finsterer kreisrunder Fleck mit einem hellvioletten Scheine umgeben; im Achsenpunkt des Sehfeldes eine glänzende hellviolette Rautenfläche. Das Lichtviolett deckt in dieser Erschei-	Das nur mit dem Eigenlicht der Netzhaut erfüllte Gesichtsfeld wird im Allgemeinen dunkler als vorher und färbt sich etwas röthlichgelb; nur die Eintrittsstelle des Sehnerven zeichnet sich als eine helle blaue Kreisscheibe auf dem dunklen Grunde ab, von welcher Scheibe häufig auch nur die der Mitte des Gesichtsfeldes zugekehrte Hälfte erscheint.	Das Centrum der Scheibe wird glänzend himmelblau, die Färbung des Hofes ist gelbgrün.

Stromzustand.	Ritter.	Purkinje.	Helmholtz.	Brenner.
		nung den Grund vollkommen, während das gelbliche Licht, selbst bei den höchsten Stromstärken, nur wie der Ueberzug eines schwachen Firnisses erscheint, wie wenn eine gelbe Saftfarbe auf schwarzen Grund aufgetragen wäre.		
Während des Geschlossenseins der Kette.	Beharrender negativer Lichtzustand, rothe Farbe.	—	—	Die obige Erscheinung hält eine Zeit lang an, wird dann immer matter, um schliesslich ganz zu verschwinden; die centrale Erscheinung überdauert auch hier die periphere.
Oeffnung der Kette.	Aufhören des negativen Lichtzustandes und Uebergang in den positiven. Blitz, blaue Farbe.	—	Das Gesichtsfeld wird wieder heller und zwar bläulich-weiss beleuchtet und der Sehnerveneintritt erscheint dunkel	Umkehr der obigen Bilder, in der Peripherie ein hellblaues Aufleuchten, im Centrum eine gut erkennbare gelbgrüne Scheibe.

Die Lichtbilder befinden sich nicht in der Richtung der Sehaxe, sondern zeigen sich immer seitlich von dem fixirten Gegenstande, beim rechten Auge rechts, beim linken Auge links von demselben. Meist haben sie eine scheibenförmige Gestalt, einen Durchmesser von einigen Millimetern, ein scharf begrenztes, wahrscheinlich dem blinden Fleck entsprechendes Centrum und weniger scharf begrenzten Hof; bei manchen Personen werden sie rautenförmig. Ueber das ganze Lichtbild verlaufen schwarze Linien von verschiedener Dicke und unregelmässiger Verzweigung, wahrscheinlich Gefässe.

Die Färbung des Lichtbildes ist, wie erwähnt, je nach der Stromrichtung und bei verschiedenen Personen verschieden, bei derselben Person und dem gleichen Pole dagegen immer dieselbe.

Uebrigens ist zu bemerken, dass die Mehrzahl der Versuchspersonen, welche nur Eine Farbenempfindung angeben, nur von dem centralen Theile des Lichtbildes sprechen, während sie den weniger intensiv gefärbten und schneller verschwindenden Hof mit Stillschweigen übergehen.

Ritter untersuchte auch den Einfluss galvanischer Farbenempfindung auf objective Farbenbilder. Liess er seine subjective blaue Lichtempfindung auf röthliches Papier fallen, so sah er dieses, wenn er die rechte Röthe des Papieres getroffen hatte, weder blau noch roth, sondern fast ganz ohne Farbe; ebenso farblos erschien das Papier, welches im rechten Grade bläulich war, wenn er auf dasselbe seine rothe subjective Augenfarbe fallen liess.

Die fernere Angabe Ritters, dass er bei aufgesetztem positiven Pole, also bei der Wahrnehmung einer blauen Farbe die betrachteten äusseren Gegenstände verkleinert und weniger deutlich, bei aufgesetztem negativen Pole dagegen vergrössert und deutlicher gesehen habe, ist von Brenner, Purkinje, Helmholtz, was die Vergrösserung und Verkleinerung der Objecte anlangt, nicht bestätigt worden; wohl aber bestätigte Helmholtz das undeutlichere Sehen bei Einwirkung der Anode und führt dies auf die im Anelektrotonus herabgesetzte Erregbarkeit des Sehnerven zurück.

Endlich ist noch die Wirkung galvanischer Ströme auf das Eigenlicht der Netzhaut, d. i. die Lichterscheinung zu betrachten, welche man auch in absolutem Dunkel und bei Mangel eines jeden wirkenden Reizes wahrnimmt. Aufsteigend den Opticus durchfliessende Ströme verstärken, absteigende schwächen das Eigenlicht, woraus man schliesst, dass der Opticus in ersterem Falle kat-, in letzterem Falle anelektrotonisch sei.

Die Reaction des Auges auf galvanische Ströme hat wie die des Ohres auch ein grosses theoretisches Interesse, indem wir die elektrotonischen Vorgänge, welche wir an den meisten anderen Nerven nur mittelst complicirter Apparate und Versuchsanstellungen nachweisen können, hier mit unseren Sinnen unmittelbar wahrnehmen. Namentlich ist dieselbe meines Erachtens am besten geeignet, den oben durch Filehne gefundenen Satz auch am Opticus zu bestätigen, dass unmittelbar neben der Eintrittsstelle des Nerven auch dessen Austrittsstellen liegen, dass man also unmittelbar neben einander die Wirkungen beider Pole bekommt, auch wenn nur ein Pol in unmittelbarer Nähe des Nerven sich befindet. Wenn beim Ansatz der Anode das Centrum des subjectiven Lichtbildes gelbgrün, der Hof blau, beim Ansatz der Kathode umgekehrt das Centrum blau und der Hof gelbgrün wird, da hat man doch wohl ein Recht, die gelbgrüne Farbe als Anoden-, die hellblaue Farbe als Kathodenfarbe und in jedem der obigen beiden Fälle die centrale, scharf begrenzte Farbe als die Wirkung des differenten, die periphere schwächere Färbung als die Wirkung des anderen Pols, bezw. die eine Farbe

als von dem Eintritt, und die andere als von dem Austritt des Stromes aus dem Nerv abhängig zu erachten und zu sagen: Auch wenn man nur einen Pol an das Auge ansetzt, bekommt man ausser dessen Wirkung im Centrum, stets die Wirkung des anderen an der Peripherie des gesammten Farbenbildes zu sehen. Jedenfalls ist nicht recht einzusehen, wie Brenner, der gerade ganz besonders das gleichzeitige Auftreten immer der beiden Polfarben studirte, seine Beobachtungen am Sehnerven als Beweis für seine Behauptung aufführen konnte, dass man beim Aufsetzen eines Poles auf einen Nerven immer nur allein die Wirkung dieses einen Poles zu sehen bekomme.

Pflüger macht darauf aufmerksam, wenn der Opticus denselben elektrotonischen Gesetzen, wie die anderen Nerven folge, dann müsse bei Aufsetzen der Anode über dem Auge, also bei aufsteigender Stromrichtung, die Farbenerscheinung bei der Schliessung schwächer sein, als bei der Oeffnung, da in ersterem Falle der Opticus im Zustand des Anelektrotonus sich befinde. Nach den übereinstimmenden Beobachtungen aber von Ritter, Purkinje, Pfaff und Most zeige sich die bei weitem grössere Wirksamkeit bei der Schliessung des aufsteigenden Stromes, was mit der Theorie durchaus im Widerspruch stehe, aber allerdings nur scheinbar. Denn es seien nur die Stromrichtungen verkehrt bezeichnet worden, so dass man es in Wirklichkeit mit einem absteigenden Strom zu thun hat, wo man ihn aufsteigend glaubt, und umgekehrt. „Die Versuche sind nämlich gewöhnlich so angestellt, dass ein Pol von aussen auf das Auge aufgesetzt wird, während der andere irgend einen anderen Theil des Körpers berührt. In diesem Fall ergiesst sich dann der Strom entweder durch das Auge in den Körper, oder aus demselben in das Auge. Bei der Bestimmung der Stromesrichtung, welche den Sehnerven reizte, habe man nun immer Rücksicht auf den Stamm des Sehnerven, nicht aber auf die peripherischen Verästelungen in der Netzhaut des Auges genommen, obwohl es doch längst bekannt ist, dass die peripherischen Aeste der Empfindungsnerven und noch mehr ihre Ausbreitungen in der Haut so ausserordentlich viel empfindlicher sind, als die Stämme. Da deshalb nicht die Nervenfasern, sondern die Schicht der Zapfen und Stäbchen der Netzhaut die das objective Licht empfindenden Elemente sind; da ferner die letzten Aestchen des Sehnerven aus der Schicht der Sehnervenfasern zu den Fasern zurück und also offenbar in umgekehrter Richtung laufen, wie die Fäden im Stamme des Opticus, so folgt, dass auch bei unmittelbarer Ansetzung nur Eines Poles am Auge ganz nothwendig die äussersten Aestchen des Sehnerven in der umgekehrten Richtung vom Strome durchflossen werden, wie der Stamm und zwar, wie es scheint, sogar noch mit grösserer Dichte, weil der Nervenstamm weiter vom Pole entfernt ist, als die Netzhaut; der Querschnitt der sich erweiternden Strombahn also vermuthlich grösser geworden ist. Dürfen wir nun die wahrscheinliche Annahme machen, dass

jene in der Netzhaut liegenden Endästchen des Sehnerven ebenso wie die entsprechenden in der äusseren Haut des Körpers bedeutend empfindlicher sind, als der Stamm, so hat aller Widerspruch ein Ende, indem wir dann überall die umgekehrte Stromesrichtung von derjenigen vor uns haben, welche die Versuchsansteller anzuwenden glaubten."

Ich möchte zum Schluss noch darauf aufmerksam machen, dass man sowohl in der an- wie in der katelektrotonisirten Opticusausbreitung Farbenerscheinung wahrnimmt; ich glaube, man dürfte daraus den Schluss ziehen, dass der Anelektrotonus wenigstens am Opticus nicht einzig und allein in einer Herabsetzung oder gänzlichen Aufhebung der Erregbarkeit eines Nerven besteht, sondern auch gleichzeitig eine Modification der Erregung setzt.

Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Pupille. Von vielen Beobachtern (Gerlach, Bernstein, Engelhardt u. A.) wird angegeben, dass man durch percorneale Elektrisirung sowohl den M. sphincter, wie M. dilatator pupillae reizen und dadurch die Pupille, je nach dem Ansatz der Elektroden in verschiedenster Richtung verziehen, verengern und erweitern könne. Wenn man z. B. die beiden Elektroden an 2 entgegengesetzten Punkten eines Cornealdurchmessers aufsetzt, erweitert sich sowohl am Kaninchen-, wie Hundeauge die Pupille und zwar bei Anwendung sehr starker Ströme gleichmässig; bei Anwendung abgeschwächter Ströme dagegen bekommt sie eine elliptische, der Katzenpupille nicht unähnliche Gestalt, was Engelhardt aus der verschieden starken und unter verschiedenem Winkel erfolgenden Durchströmung der verschiedenen Muskelfasern der Iris erklärt.

X. Gehör und Gehörnerv.

Gehör und Gehörnerv. Wenn man eine Elektrode in den mit Wasser gefüllten äusseren Gehörgang oder vor das verschlossene Ohr auf den Tragus aufsetzt, so bekommt man vom N. acusticus verschiedene Reactionen, je nach dem angelegten Pole. Wie dies schon früher (S. 301—307) auseinandergesetzt wurde, kann man am Acusticus die Polwirkung und das Pflüger'sche Reactionsgesetz am reinsten studiren; es muss nur immer der andere Pol möglichst weit vom Ohr, etwa im Nacken angelegt werden, damit er die Ergebnisse nicht trübe.

Folgendes sind die vielfach angefochtenen, aber wie ich mich durch Versuche an mir selbst auf's entschiedenste überzeugt, und wie die hervorragendsten Elektrotherapeuten Hitzig, Erb, Hagen, Eulenburg u. s. w. ebenfalls bestätigt haben, richtigen Ergebnisse der von Brenner angestellten Versuche:

1) Die Hervorrufung der Gehörsensation durch den elektrischen

Reiz ist — entgegen den verneinenden oder zweifelnden Angaben der meisten Physiologen — möglich.

2) Dieselbe ist mit grosser Sicherheit ausführbar — entgegen den Angaben derjenigen Versuchsansteller, denen es nur ausnahmsweise gelungen ist, Gehörsensation durch die elektrische Reizung hervorzurufen.

3) Unbrauchbar sind zu diesem Zweck die von Einigen dazu benutzten gewöhnlichen Inductionsströme, welche ihrer schnellen Folge wegen bei einer Stärke, die noch keine Reaction des Sinnesnerven setzt, schon unerträgliche Reaction der empfindenden Faser hervorrufen.

4) Indessen auch durch inducirte Ströme lässt sich die specifische Reaction des Gehörnerven erzeugen, aber nur durch einzelne Oeffnungs- oder Schliessungsströme. Letztere sind indessen viel seltener wirksam als Erstere. Bei der nur momentanen Dauer eines solchen Stromes fallen die verschiedenen Reizmomente (Schluss, Dauer, Oeffnung) in einen Gesammtvorgang zusammen, aus welchem Grunde sich dieses Verfahren der Reizung ebensowenig zum Studium, als zu Heilzwecken empfiehlt.

5) Das zur methodischen Reizung passendste Mittel ist der constante galvanische Strom und zwar sowohl wegen der Sicherheit des Erfolges, als weil die dabei stattfindenden verschiedenen Vorgänge sich der Beobachtung gesondert darbieten.

6) Da der Arzt es nicht in seiner Gewalt hat, durch die gegenseitige Stellung der Elektroden die Richtung zu bestimmen, welche der Strom im Gehörnervenapparat nehmen soll, so ist für die ausserhalb des Ohres aufzusetzende Elektrode eine beliebige Körperstelle zu wählen.

7) Trotz der verschiedensten Ansatzpunkte dieser zweiten Elektrode bleibt sich die Norm der Reizerscheinung gleich, so lange die in den Gehörgang eingeführte Elektrode einem und demselben Pole entspricht. Nur mit dem Wechsel der Pole wechselt die Norm der Erscheinung.

8) Diese Norm der Reaction besteht darin, dass der Nerv an der Kathode die Schliessung der Kette und einen kurzen Theil der Stromesdauer, an der Anode hingegen die Oeffnung der Kette mit Gehörssensation beantwortet. Innerhalb der möglichen und erlaubten Stromstärken bleiben sowohl die Schliessung der Kette und die Dauer des Stromes an der Anode, wie die Oeffnung derselben an der Kathode unbeantwortet.

9) Bei anschwellender Stromstärke erscheint zuerst die Kathodenschliessungs- und später die Anodenöffnungs-Reaction. Bei abnehmender Stromstärke verschwindet letztere früher als jene.

10) Die Kathodenschliessungsreaction tritt sofort bei Schliessung der Kette im Maximum ihrer Intensität auf, um von da an stetig abzunehmen. Die Anodenöffnungs-Reaction bedarf einer gewissen Länge der Stromesdauer und versagt leicht, wenn die Oeffnung dem Schluss der Kette schnell folgt.

Einwirkung der Kathode.

Schliessung.	Stromesdauer bei Ausschluss reizender Dichtigkeits-schwankungen.	Oeffnung.	Nach der Oeffnung.
Starke Gehörs-empfindung.	Die Gehörsempfindung hält eine Zeit lang an und verschwindet dann vollständig.	Keine Gehörs-Empfindung.	Die Erregbarkeit für eine neue Schliessung ist eine erhebliche Zeit lang erhöht.

Einwirkung der Anode.

Schliessung.	Stromesdauer bei Ausschluss reizender Dichtigkeits-schwankungen.	Oeffnung.	Nach der Oeffnung.
Keine Gehörs-empfindung.	Keine Gehörsempfindung.	Momentane Gehörs empfindung, schwächer als bei Kathodenschluss.	Wiederholte Schliessung der Kette bringt zwar ebensowenig eine Gehörs-empfindung hervor, aber die bei der Oeffnung entstehende Gehörs-Empfindung ist um so stärker, je länger die vorhergehende Stromesdauer war.

11) Durch Wendung von der Anode auf die Kathode gelingt es, Gehörssensationen bei einer Stromstärke zu erzeugen, bei welcher eine einfache Kathodenschliessung ohne Reaction vorübergeht; denn nach der Anodenöffnung befindet sich der Nerv im Zustande einer erhöhten Erregbarkeit.

12) Auch nach der Kathodenöffnung verharrt der Nerv im Zustande erhöhter Erregbarkeit, so zwar, dass eine innerhalb einer gewissen Frist wiederholte Kathodenschliessung eine stärkere Gehörs-sensation zu Wege bringt, als die Erste, oder, was dasselbe, dass bei der wiederholten Kathodenschliessung eine niedrigere Stromstärke zur Hervorbringung der specifischen Reaction genügt, als vorher.

13) Es sind aber nicht blos die Schliessungen und Unterbrechungen, d. h. die Schwankungen der Stromstärke von Null zu einem Maximum und von diesem zu Null, welche Gehörssensation hervorbringen, sondern diese tritt auch bei Schwankungen innerhalb ununterbrochener Stromesdauer auf und zwar nach derselben Norm,

so dass eine anschwellende Schwankung den Schliessungseffect hervorbringt, falls die Kathode, eine abnehmende Schwankung hingegen den Oeffnungseffect, falls die Anode der Ohrelektrode entspricht.

14) Es ist ferner nicht blos die absolute Grösse der Schwankung, welche den Grad der Reaction des Nerven bestimmt, sondern die Entfernung ihres Ausgangspunktes vom Nullpunkte; und zwar genügen innerhalb wirksamer Stromstärken um so kleinere Schwankungen zur Erzeugung von Gehörssensationen, je niedriger die Stromstärke ist, von welcher die Dichtigkeitsschwankung ausgeht.

15) Die durch den elektrischen Reiz erzeugte Gehörssensation ist von verschiedener Art und Intensität, je nach der Individualität der Versuchsperson und der Stromstärke. Sie besteht in Summen, Zischen, Rollen, Pfeifen, Klingen. Die letzte Sensation ist die häufigste; in ihrer höchsten Entwicklung wird sie ein heller, von begleitenden Geräuschen ganz oder fast ganz freier, angenehmer musikalisch bestimmbarer Ton, dessen Höhe bei verschiedenen Individuen verschieden ist. Oft findet man Individuen, welche bei anschwellender Stromstärke eine sehr deutliche, von Summen durch mehr oder wenigere der genannten Sensationen zum Klingen aufsteigende, regelmässige Scala der Gehörsempfindungen darbieten, bei welcher die Sensation von Klängen einer höheren Stromstärke entspricht, als die von Geräuschen.

16) Vermehrung der Stromstärke steigert die Höhe des vernommenen Tones, wenn der Hörnerv sich unter dem Einflusse der Kathode, vermindert dieselbe, wenn er sich unter dem Einfluss der Anode befindet.

Wir haben schon oben (S. 301) gehört, dass der Acusticus der einzige Nerv am Körper ist, welcher die reine Polwirkung, d. h. bei angelegter Anode nur Anelektrotonus, bei angelegter Kathode nur Katelektrotonus zeigt, während alle übrigen Nerven des Körpers bei ein und derselben Elektrode durch Variirung der Stromstärke bald ihre eigenen Wirkungen, bald die der andern Elektrode zur Anschauung bringen. Hitzig erklärt diese eigenthümliche Thatsache in folgender Weise: Man versteht unter Elektroden im physikalischen Sinne nicht nur die Einströmungsstellen aus den übrigen Leitern des Schliessungsbogens in den zu untersuchenden Körper, sondern auch alle jene Stellen, an denen der Strom aus einem der den Kreis zusammensetzenden Körper in einen anderen von anderer physikalischer Beschaffenheit ein- oder austritt. Wenn wir den Acusticus von diesem rein physikalischen Standpunkte aus betrachten, so stellt sich allerdings heraus, dass bei ihm Bedingungen vorhanden sind, welche es dem anderen entfernter aufgesetzten Pole unmöglich machen, ebenfalls in Action zu treten. Dieser Nerv geht ohne Unterbrechung seiner physikalischen Continuität in die Masse des Gehirnes über; und wenn sich auch innerhalb des Gehirnes seine Eigenschaften vielleicht ändern, so ist erstens anzu-

nehmen, dass dies allmälig geschieht; zweitens nimmt mit dem Eintreten in das Gehirn — ein Organ von sehr grossem Querschnitt — die Dichtigkeit der dem Acusticus angehörenden Stromschleifen schnell ab. Aus diesen Gründen kann man Acusticus und Gehirn als einen und denselben Leiter betrachten, der seine eine Einströmungsstelle am peripheren Ende des Acusticus, die andere aber an der ganzen Oberfläche des Gehirnes hat. Man hätte also, wenn sich die Anode im Ohre befindet, den ganzen Acusticus als die anelektrotonisirte Strecke, und wenn sich die Kathode im Ohre befindet, den ganzen Acusticus als die katelektrotonisirte Strecke eines längs durchflossenen Nerven anzusehen. Die gleichnamig elektrotonisirten Strecken setzen sich vermuthlich noch ein ganzes Stück in das Gehirn hinein fort. Die ungleichnamig elektrotonisirten Strecken liegen aber an der anderen Seite des Gehirnes nach allen Seiten ausstrahlend, und dass ihre Phasen da zu keiner Gehörsempfindung Veranlassung geben, ist leicht erklärlich.

Nebenerscheinungen. Ausser den geschilderten Klangwahrnehmungen treten bei Galvanisation des Ohres nach Brenner noch folgende weitere Nebenerscheinungen auf: 1) Ein mit der Dauer des Stromes immer heftiger werdender Schmerz im Bereiche der Aeste des Ramus auriculo-temporalis des Nervus trigeminus, der namentlich durch häufige Oeffnung und Schliessung schliesslich unerträglich werden kann. Doch ist je nach dem applicirten Pole die Schmerzempfindung eine verschiedene; bei in das Ohr eingeführter Anode hat man das Gefühl eines stumpfen, nach Innen gerichteten Druckes auf das Trommelfell, eines Verschlossenwerdens des Ohres; bei eingeführter Kathode empfindet man dagegen Stechen und Brennen und ein Gefühl, als sei das Ohr nach Aussen geöffnet. 2) Muskelzuckungen, indem der durch die Paukenhöhle verlaufende Stamm des Nervus facialis vom Strome getroffen wird; namentlich zucken der Nervus orbicularis palpebrarum, die beiden Zygomatici, der Corrugator supercilii, frontalis und occipitalis. Es entsteht daher eine ganz bestimmte Grimasse, welche durch krampfhaftes Schliessen des Auges, Runzeln der Augenlider, Emporziehen der Brauen und des Mundwinkels der entsprechenden Seite in der Richtung nach dem Ohre und die hierdurch erzeugte Runzelung der Haut der Antlitzhälfte hervorgebracht wird. 3) Lichtempfindungen, über welche das Nähere beim Opticus (S. 336) angegeben ist. 4) Schwindel, hinsichtlich dessen bei der Galvanisation des Gehirns (S. 352) das Ausführlichere besprochen werden wird. 5) Schluckbewegungen bei Schliessung der Kette mit nachfolgendem ructusartig lautendem Ausathmungsgeräusch; 6) Speichelfluss in Folge einer Reizung der die Glandula submaxillaris innervirenden Chorda tympani und in weiterer Folge des durch die galvanische Geschmacksempfindung

erzeugten Reflexreizes. 7) Hustenanfälle (vergl. S. 330), besonders, wenn die Elektrode die Kette im Nacken schliesst. Dieselben gehen Hand in Hand mit einem kitzelnden und kratzenden Gefühle im Kehlkopfe. Bekanntlich kann man dasselbe Gefühl und den Husten durch jedes Kitzeln des Bodens des äusseren Gehörganges zu Stande bringen. 8) Geschmacksempfindung (vergleiche unten) und 9) Ameisenkriechen in den vorderen Theilen des Zungenrandes der dem behandelten Ohre entsprechenden Seite, was man auch wieder auf Reizung der Chorda tympani bezieht.

Der empfindlichste Theil der Gehörorgane gegen den elektrischen Strom ist das Trommelfell; dasselbe wird daher am empfindlichsten getroffen durch unmittelbare Einführung der Elektrode in den mit Wasser gefüllten äusseren Gehörgang. Die schmerzloseste und nur selten im Stiche lassende Art der Application besteht nach Brenner darin, dass man die knopfförmige Ohrelektrode auf den Tragus aufsetzt und mit beiden den Gehörgang schliesst, indem man zugleich einen gelinden Druck nach dem vorderen knöchernen Rand der Mündung des Gehörganges ausübt.

XI. Einwirkung auf Zunge und Geschmacksnerv.

Geschmacksnerv. Sowohl wenn man einen galvanischen Strom auf die Zunge direct, als auch wenn man denselben auf die Haut des Halses, der Wange, des äusseren Gehörganges bringt, entsteht ein „galvanischer Geschmack". Der faradische Strom dagegen bewirkt auf der Zunge nur Prickeln und Schmerz, aber keine Geschmacksempfindung. Die Angaben über die Art des Geschmacks variiren bei verschiedenen Beobachtern sehr, so dass man auf individuelle Verschiedenheiten der galvanischen Geschmacksempfindung schliessen muss. Nach Brenner sind solche individuelle Besonderheiten besonders an der Anode nachzuweisen. An der Stelle der Anode empfinden verschiedene neuere Beobachter einen metallischen säuerlichen oder bitterlichen Geschmack, an der Stelle der Kathode ebenfalls einen metallischen, säuerlich metallischen, säuerlich bitterlichen Geschmack. Aeltere Beobachter wie Volta fanden den Geschmack an der Anode säuerlich, an der Kathode alkalisch; nach Ritter geht bei starken Strömen der sauere Geschmack an der Anode allmälig in einen kochsalzähnlichen und schliesslich in einen bitter-brennend alkalischen über; ebenso verwandle sich der alkalische Geschmack an der Kathode allmälig in einen sauren. Ritter und Vintschgau beobachteten, dass beim Oeffnen des Stromes eine Aenderung der saueren Geschmacksempfindung in alkalische und umgekehrt stattfinde. Ausnahmslos von allen Beobachtern wird die Geschmacksempfindung an der Anode stärker wahrgenommen, als an der Kathode. Brenner hat an der

Kathode überhaupt gar keine Geschmacksempfindung, dagegen eine sehr deutliche an der Anode.

Man hat diese also von verschiedenen Versuchsanstellern verschieden charakterisirten Geschmacksempfindungen abgeleitet theils von einer directen Erregung der Geschmacksnerven (Volta, Rosenthal), theils von der elektrolytischen Zersetzung der Mundflüssigkeit, aus welcher sich Säuren an der Anode, Alkalien an der Kathode ansammeln (Humboldt, Hermann). Für erstere Annahme scheinen zu sprechen namentlich die Versuche Volta's, dass man bei elektrischer Durchströmung der Zunge einen deutlich saueren Geschmack habe, auch wenn man die Zunge in eine alkalische Lösung stecke; und die Rosenthal's, dass zwei Personen, die ihre beiden Zungen innig an einander legen, bei Durchströmung ihrer Körper einen verschiedenen Geschmack empfinden, und zwar die, welche die Anode in der Hand hält, einen alkalischen, die mit der Kathode in der Hand einen saueren Geschmack. Hermann macht dagegen geltend, dass man bei dieser Auffassung gezwungen wäre, entweder anzunehmen, dass die Geschmacksfasern durch verschiedene Pole nicht blos quantitativ, sondern auch qualitativ anders erregt würden, oder dass es im Geschmacksnerven Fasern gebe, welche nur die sauere, andere, welche nur die alkalische Empfindung zum Gehirn leiten, lauter Dinge, die allen anderen Erfahrungen an den übrigen Nerven widersprächen; auch sei es schwierig, saueren oder alkalischen Geschmack als die resultirenden Empfindungen aller Geschmackserregungen hinzustellen. Der elektrische Geschmack könne also, wenn das Gesetz der specifischen Energie richtig sei, und das sei es unzweifelhaft, nicht durch Erregung der Geschmacksnerven, sondern nur durch solche der Endorgane der Zunge erklärt werden, und zwar so, dass die Anode zum Auftreten der Säure, die Kathode zum Auftreten des Alkali auf oder in der Zunge Anlass gebe, welche beide Substanzen in der gewöhnlichen Weise geschmeckt werden. Dass Rosenthal auch bei Auflegung feuchter Leiter die betreffenden Geschmacksempfindungen gehabt habe, rühre daher, dass an der Grenze aller ungleichartigen Elektrolyte eine Abscheidung von Ionen stattfinde.

XII. Einwirkung auf Nase und Geruchsnerv.

Nach der weitaus grössten Zahl aller Beobachtungen von Volta an bis auf Rosenthal ist es nicht möglich, durch elektrische Nasenreize eine Geruchsempfindung hervorzurufen; nur Niessreiz, Schmerz und andere Symptome, welche vom Trigeminus ausgehen, ferner stärkere Schleimsecretion sind sicher beobachtet worden. Der von einer geringeren Zahl wahrgenommene Phosphor- und Ammoniakgeruch (Ritter, Althaus u. A.) bei elektrischer Behandlung darf wohl eher als Folge einer an den Elektroden sich bildenden Ab-

scheidung von Ozon und Wahrnehmung dieses Körpers mit dem Geruchsnerven, nicht als Folge von dessen elektrischer Erregung aufgefasst werden. Allerdings giebt Althaus an, dass ein an beiderseitiger Trigeminuslähmung Leidender selbst bei Anlegung der Elektroden an die Gesichtshaut und bei Durchleitung eines starken Stromes einen Phosphorgeruch wahrgenommen habe.

XIII. Elektrisirung des Gehirns.

Dass galvanische und Inductionsströme sicher in das Gehirn einbrechen, und dass erstere ihre Wirkung durch ganz bestimmte Functionsstörungen manifestiren, steht jetzt über jedem Zweifel.

Erb hat in ersterer Beziehung namentlich darauf aufmerksam gemacht, dass der Leitungswiderstand der Knochen des Schädels jedenfalls viel geringer ist, als der der Epidermis, und dass zugleich dem Strome sich keine beträchtlichen Mengen gut leitenden Muskelgewebes als Nebenschliessung darbieten; es müsse daher ein Strom, welcher durch 2 einander gegenüber liegende, passend gewählte Stellen den Schädel durchströme, jedenfalls ziemlich beträchtliche Stromschleifen in den Schädelraum, bezw. in das Gehirn senden. Um hierfür einen directen Beweis zu bekommen, sägte Erb aus dem Schädeldache eines 26jährigen gestorbenen Mannes auf dem Scheitel ein rechtwinkeliges Stück von 0,03 Meter Länge und 0,072 Meter Breite heraus, präparirte die Haut und das Periost von den Knochenwänden sorgfältig hinweg, entfernte das freigelegte Stück der harten Hirnhaut und liess möglichst viel Blut und Cerebrospinalflüssigkeit ausfliessen. Dann wurden die Knochenränder sorgfältig abgetrocknet und die Leiche drei Stunden im warmen Zimmer gelassen, so dass die freigelegten Knochenränder vollkommen trocken waren. Es wurde dann eine Grube in das Gehirn eingeschnitten von ungefähr 0,02 Meter Tiefe, in deren Mitte der Froschnerv zu liegen kam; derselbe berührte nur in einer Länge von 0,05 bis 0,08 Meter die Gehirnsubstanz, das ganze übrige Froschpräparat (der mit dem Nerven im Zusammenhang gebliebene Muskel) war durch eine vierfache Lage trockenen Papiers von allen übrigen umgebenden Theilen isolirt. Die beiden Elektroden wurden beiderseits oberhalb der Ohren aufgesetzt, wo zuvor die Haare mit der Scheere entfernt waren, ohne Verletzung der Epidermis. An der Batterie war eine metallische Nebenschliessung angebracht, und Schliessung wie Oeffnung des Stromes wurde durch Ausziehen oder Eintauchen eines Kupferdrahtes in Quecksilber besorgt. Die angewendete Batterie hatte eine ziemlich schwache Wirkung; 14 Elemente gaben auf der Stirn und im Gesicht noch keine unangenehmen Empfindungen, und 18 Elemente lieferten eine im Gesicht noch ganz erträgliche Stromstärke. Die Leiche befand sich in sitzender Stellung. Das Froschpräparat zuckte bei

dieser Anordnung sehr deutlich bei jeder Schliessung eines Stromes von 14 Elementen; bei 10 Elementen dagegen trat nur deutliche Zuckung ein, wenn man im metallischen Stromwender rasch die Richtung des Stromes änderte. Setzte man eine Elektrode auf die eine Stirnhälfte, die andere hinter dem entgegengesetzte Proc. mastoideus auf, so entstand bei 18 Elementen sehr deutliche Zuckung beim einfachen Schliessen und Oeffnen der Kette, sehr starke Zuckung beim Stromwenden. Liess man inducirte Ströme durch die Schläfen gehen, so entstanden erst bei ziemlich bedeutender (aber immerhin am Kopfe noch ohne Beschwerden anwendbarer) Stromstärke tetanische Contractionen des Froschschenkels; setzte man die Stromgeber des Inductionsapparats auf Stirn und Warzenfortsatz, so bedurfte es auch hier grösserer Stromstärken zur Erzeugung von Contractionen (secundäre Rolle 10—15 Mmtr. über die primäre geschoben). — Aehnliche Versuche an einer zum Theil schon secirten Leiche hatten ganz übereinstimmende Ergebnisse. Auch an der Leiche eines 8 Monate alten Kindes hat E. sich überzeugt, dass schon sehr schwache constante und ebenso ganz schwache inducirte Ströme den mit dem Gehirn in Verbindung gesetzten Froschschenkel in deutliche Zuckung versetzen.

Es ging sonach aus diesen Versuchen zweifelsohne hervor, dass bei Application schwacher, therapeutisch am Kopfe anwendbarer galvanischer und inducirter Ströme auf den Schädel von Leichen sich Stromschleifen in solcher Menge und Intensität in dem Gehirn vertheilen, dass der geringe, auf die Berührungsstelle zwischen Froschnerven und Gehirn entfallende Antheil derselben im Stande ist, Zuckung im Froschmuskel hervorzurufen. Wenn man nun weiter erwägt, dass sich im Lebenden die Verhältnisse des Leitungswiderstandes der Gewebe weit günstiger für das Eindringen des Stromes in das Gehirn gestalten, weil eben das Erkalten der Leiche, die Senkung des Blutes in derselben, das Aufhören der Circulation u. s. w. jedenfalls die Leitungsfähigkeit der Gewebe herabsetzen — so wird man nicht darüber im Zweifel sein können, dass es auch am Lebenden möglich ist, selbst bei Anwendung sehr mässiger Stromstärken den galvanischen oder inducirten Strom durch das Gehirn zu leiten. — Zu endgültiger Feststellung dieses Satzes hat Erb auch an einem lebenden Hunde experimentirt, welchem eine Trepanöffnung in den Schädel gelegt war.

Burkhardt bekam bei einer anderweitigen Versuchsanstellung dieselben Ergebnisse, wie Erb. Seine Methode, eine bestimmte, zwischen den beiden Polen gelegene Nervenpartie einer Leiche auf den Durchgang und die Richtung des Stromes zu prüfen, bestand darin, dass er bis zur Spitze mit Siegellack überzogene und nur an der Spitze leitende Zinkschaufeln oder Stahlnadeln in die zu untersuchenden Theile einstach und mit einem empfindlichen Gal-

vanometer verband. Er konnte auf diese Weise am Gehirn von Leichen, deren einzelne auch von einem künstlichen Salzlösungs-Kreislauf durchflossen waren, nachweisen, dass die in dem Gehirn zu den Nadeln geleiteten Zweigströme die Magnetnadel beträchtlich abzulenken im Stande waren und dass die das Gehirn durchsetzenden Ströme immer in der Richtung des eingeleiteten galvanischen Stromes gingen. Die Ablenkung der Magnetnadel fand er immer am stärksten, wenn die stromprüfenden Nadelspitzen in der geraden Verbindungslinie zwischen den beiden Polen der benutzten Batterie standen.

Auch v. Ziemssen fand, dass die Leitungsfähigkeit eines herausgenommenen Gehirns eine im Verhältniss zu den übrigen Geweben vorzügliche sei, dass z. B. dessen Widerstand nur 1693 SE gegen 2650 der Bulbi, 6190 der Muskeln und gar 11600 der Leber betrage und dass auch durch die knöchernen Schädeldecken Ströme von bedeutender Intensität in's Gehirn gelangen.

Functionsstörungen des Gehirns. 1) Eines der sicherst eintretenden und wichtigsten Symptome der Gehirngalvanisation ist der Schwindel. Augustin, Purkinje, Brenner und namentlich Hitzig haben darüber folgende Untersuchungen angestellt:

Wenn man galvanische Ströme durch den Kopf oder die ihm benachbarten Theile so leitet, dass der Schädelinhalt durch Stromschleifen getroffen wird, oder wenn man Ströme, welche diese Theile durchfliessen, mit einer gewissen Geschwindigkeit vergehen lässt, oder wenn man auch nur einigermassen schnelle, sei es positive, sei es negative Dichtigkeitsschwankungen solcher Ströme herbeiführt: so können dadurch die Vorstellungen der Versuchspersonen von dem Verhalten der Gesichtsobjecte oder von ihrem eigenen Verhalten im Raume in einer bestimmten Weise alterirt werden. Man nennt diese vorübergehende Verwirrung der Vorstellungen Schwindel.

Es ist also die Behauptung eine irrige, es sei eine bestimmte Wahl der Einströmungsstellen oder ein bestimmtes Reizmoment — Oeffnung oder Schliessung — zur Hervorbringung dieses Symptomes absolut erforderlich. Allerdings rufen gewisse Methoden unvergleichbar leichter Schwindel hervor, als andere; doch kann die einfache Annäherung einer der beiden Elektroden an den Kopf oder ihre Entfernung schwindelerregend wirken.

Am leichtesten entsteht Schwindel, wenn der Strom von einer Fossa mastoidea (d. i. von der zwischen der hinteren Fläche des Ohrläppchens und dem Processus mastoideus befindlichen Grube) zur anderen geht. Die übrigen um das Ohr gelegenen Stellen verhalten sich ähnlich, wie die Fossa mastoidea.

Weniger leicht entsteht Schwindel bei transversaler Galvanisirung durch den Hinterkopf, noch schwerer bei transversaler Galvanisirung durch den Vorderkopf, leichter hingegen als bei diesen

letzteren Methoden dann, wenn nur die eine Elektrode sich in der Fossa mastoidea und die andere sich an einem indifferenten Orte befindet, wenn also die directe Strombahn in einem Sagittalschnitte liegt, oder mit einem solchen irgend einen Winkel bildet. Die übrigen Anordnungen, bei welchen die directe Strombahn in sagittale Ebenen fällt, begünstigen den Schwindel nicht.

Man kann mit Sicherheit sagen, dass Dichtigkeitsschwankungen derjenigen Stromschleifen, welche durch den Schädel gehen, je nach ihrer Grösse und Geschwindigkeit stärkeren oder weniger starken Schwindel erzeugen. Man kann aber nicht mit Bestimmtheit sagen, ob die Annäherung der Anode oder der Kathode, die Schliessung oder die Oeffnung eine grössere Wirkung hat. Doch schien es Hitzig, dass die Anoden-Schliessung leichter Schwindel erzeugt, als die Kathoden-Schliessung, und die Anodenöffnung leichter, als die Kathodenöffnung. Indessen ist dies mehr ein Eindruck, als eine auf Zahlen begründete Ueberzeugung.

Während der Dauer des constant gewordenen Stromes hält der Schwindel an. Er vermindert sich nur allmälig und zwar, wie sich aus dem Einflusse der Gewöhnung nachweisen lässt, durch Regulirung vom Sensorium aus. Bei einigermassen starken Strömen hört er während der Stromdauer überhaupt nicht ganz auf.

Aenderung der Stromrichtung verstärkt alle subjectiv und objectiv wahrnehmbaren Symptome von Schwindel.

Inducirte Ströme bringen niemals Schwindel hervor.

Die bei den Versuchspersonen entstehende Verwirrung der Vorstellungen kann je nach der relativen Stärke des Stromes in verschiedener Art zur Wahrnehmung kommen. Bei relativ schwachen Strömen bemächtigt sich des Sensoriums eine unbestimmte Empfindung von Unsicherheit über das räumliche Verhalten des eigenen Körpers oder der ausserhalb gelegenen Dinge, ohne dass jedoch eine Scheinbewegung von bestimmter Richtung, oder am eigenen Körper reale Bewegungen entständen. Diese Art oder vielmehr dieser Grad des Schwindels wird, ausser während der Dauer ganz schwacher Ströme besonders häufig schon nach Oeffnung einer Kette beobachtet, deren Schluss oder Stromdauer keinen Schwindel erzeugte. Man kann die fraglichen Empfindungen mit dem ganz zweckmässigen Namen „Benommenheit“ bezeichnen.

Bei Anwendung stärkerer Ströme indessen wird das Urtheil über das räumliche Verhalten des Ich zur Aussenwelt in einer bestimmten und gesetzmässigen Weise gefälscht. Es treten nun Scheinbewegungen der ausserhalb des Körpers liegenden Gegenstände ein, deren Richtung durch die Wahl der Einströmungsstellen bedingt wird. Das Prototyp dieser Versuche ist die von Purkinje beschriebene Anordnung. Wenn sich die Elektroden in je einem Ohre befinden, so scheinen während der Stromdauer die Gesichtsobjecte wie ein dem Gesichte paralleles, aufrechtes Rad, von der Seite der Anode nach der Seite der Kathode

zu kreisen. Im Momente der Oeffnung ändern sie ihre Richtung, so dass nun die Scheinbewegung auf der Seite der Kathode eine aufsteigende und auf der Seite der Anode eine absteigende Richtung hat.

In einzelnen Fällen bereits bei Anwendung von Strömen der gleichen Intensität, immer aber bei Anwendung stärkerer Ströme, beobachtet man einen dritten Grad des Schwindels: es schwankt die Versuchsperson selbst bei der Kettenschliessung mit dem Kopfe oder dem ganzen Körper nach der Seite der Anode und bei der Kettenöffnung nach der Seite der Kathode.

Gleichzeitig aber sind dann die oben erwähnten Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte in grosser Deutlichkeit vorhanden, wie denn überhaupt ihre Geschwindigkeit durchaus in gleichem Verhältnisse mit der relativen Stromdichte zunimmt.

Während der Stromdauer kann gleich den übrigen Erscheinungen die seitliche Neigung des Kopfes und Körpers allmälig abnehmen und gänzlich verschwinden; doch pflegt dies bei stärkeren Strömen und mangelnder Gewöhnung nicht vorzukommen. Positive Dichtigkeitsschwankungen haben rücksichtlich der scheinbaren und wirklichen Bewegungen (der Art nach) den Effect der Schliessung, negative den der Oeffnung.

Die sämmtlichen geschilderten Erscheinungen treten, zwar weniger leicht, aber sonst genau in derselben Weise auf, wenn sich nur eine Elektrode am Kopfe befindet. Die Richtung der Scheinbewegung sowohl, als die Richtung der wirklichen Körperbewegung ist bei einer solchen Anordnung so, als wenn die andere Elektrode sich auf der anderen Seite des Kopfes befände.

Den elektrischen Schwindel pflegen oft auch andere katzenjammerähnliche Nebenerscheinungen zu begleiten. Es sind dies ein denselben kürzere oder längere Zeit überdauerndes Gefühl von Uebelkeit, welches sich selbst bis zum Erbrechen steigern kann, und ein oft lange nachhaltender dumpfer, manchmal selbst schmerzhafter Druck in der Mitte des Hinterhauptes über der Protuberantia occipitalis.

Das Schwindelgefühl selbst ist nicht schmerzhaft, aber beängstigend; einige Versuchspersonen lachen zwar über die sonderbare Erscheinung; die meisten aber erschrecken heftig darüber. Man hat das Gefühl, als sei die Schwere der einen Körperhälfte aufgehoben und da falle man in Folge dessen auf die andere Seite.

Ueber das Verhalten der Durchströmungsrichtung zum Schwindel hat Brenner nachfolgende Versuche gemacht: Während die Kathode auf den Nacken oder einen andern Theil des Rumpfes oder der Glieder fixirt war, werden durch Verdopplung der andern Leitungsschnur 2 Anoden hergerichtet, von denen zunächst die eine auf den Processus mastoideus der einen Seite aufgesetzt wurde. Bei der Kettenschliessung entstand heftiger Schwindel mit Neigung nach

dieser Seite hin. In dem Moment aber, wo die bis jetzt freie andere Anode auf den Processus mastoideus der anderen Seite aufgesetzt wurde, hörte der Schwindel sofort auf. Der Schwindel entsteht also nur, wenn eine, nicht aber, wenn beide Schädelhälften zugleich unter den Einfluss der Anode gerathen. Man könnte gegen diese Schlussfolgerung einwenden, dass der Schwindel deshalb aufgehört habe, weil jede einzelne Schädelhälfte im zweiten Theil des Versuches nur von der halben Stromdichte getroffen werde, als im ersten Theile. Brenner hat sich aber überzeugt, dass der Schwindel auch dann ausbleibt, wenn die Stromstärke im zweiten Theile des Versuchs bedeutend gesteigert wird.

2) Ausser dem Schwindel und seinen Nebenerscheinungen hat Hitzig ferner beobachtet, dass bei Durchleitung stärkerer Ströme durch den Schädel unwillkürliche und unbewusste Bewegungen der Augen eintreten und zwar am häufigsten bei querer Durchleitung, beim Galvanisiren des Hinterkopfes, bei grösserer Steilheit der Stromcurven und nach Aenderung der Stromrichtung.

Die galvanischen Augenbewegungen halten auch während der Stromdauer an, obwohl sie weniger ausgiebig werden können, sobald der Strom constant geworden ist. Hat man einen relativ schwachen Strom gewählt, so verschwinden sie zuweilen allmälig gänzlich. Im Moment der Oeffnung hingegen oder bei anderen erheblichen negativen Schwankungen der Stromdichte beginnen sie, auch wenn sie aufgehört hatten, von Neuem, haben aber dann die umgekehrte Richtung.

Es ist auch hier wiederum nicht zu entscheiden, ob bei Annäherung nur einer Elektrode an den Schädel die Anode oder die Kathode eine grössere Wirkung hat. Die Augenbewegungen treten bei einer solchen Anwendung überhaupt vergleichsweise viel seltener und weniger intensiv auf, als die Schwindelempfindungen. Man bedarf dann nicht selten einer Kette von 30 und mehr Daniell-scher Elemente.

Ihrem Charakter nach sind die so an Gesunden hervorgebrachten Bewegungen fast immer associirte und lassen sich am Besten mit der „Nystagmus“ genannten Affection vergleichen. Nur unterscheidet man hier immer deutlich, namentlich bei geringeren Stromintensitäten, eine schnell ruckartig ausgeführte Bewegung nach der einen Seite und eine langsamere nach der anderen Seite. Bei manchen Individuen gleicht unter einer bestimmten Reizgrösse die Iris dem Schwimmer eines Angelfischers, der langsam auf einem Flusse dahin treibt, bis er plötzlich an der Leine in entgegengesetzter Richtung zurückgerissen wird. Bei zunehmender Stromintensität wird der Rhythmus schneller und schneller, bis endlich die Richtung der kurzen ruckenden Bewegung dominirt und der Bulbus bei sehr starken Strömen nur noch leise oscillirend im Augenwinkel festgehalten wird.

Die Richtung der einzelnen Bewegungen hängt derart von der Wahl der Einströmungsstellen ab, dass die schnellere, ruckende Bewegung, welche der Einfachheit wegen zunächst allein zu berücksichtigen ist, immer in der Richtung des positiven Stromes gegen die Kathode zu erfolgt, die langsamere in der entgegengesetzten Richtung gegen die Anode hin. Wenn sich also die Anode in der rechten und die Kathode in der linken Fossa mastoidea befindet, so erfolgt der Ruck nach links, und bei starken Strömen werden beide Bulbi in den linken Winkeln festgehalten.

In denjenigen Fällen, wo nur die eine Elektrode sich in der Gegend des Kopfes befindet, treten die Bewegungen, wenn es überhaupt dazu kommt, so auf, als wenn die andere Elektrode sich auf der anderen Seite des Kopfes befände. Bei einer solchen Anordnung kann man denn auch einzig am Normalen die Beobachtung machen, dass die Bewegungen beider Augen nicht vollkommen associirt sind, sondern dass auf dem einen Auge die Drehung um die sagittale, auf dem anderen Auge die Drehung um die verticale Axe vorherrscht.

Man kann durch das Galvanisiren keineswegs alle physiologischen Augenbewegungen zwangsweise hervorbringen. An normalen Augen fallen z. B. sämmtliche Convergenzen aus. Es handelt sich vielmehr hauptsächlich um gleichnamige Seitenbewegungen und Rotationen. Ausserdem entsprechen die vorhandenen Bewegungen, wie noch ausführlicher gezeigt werden wird, rücksichtlich der Combinationen der Drehungswinkel in den meisten Fällen den physiologischen durchaus nicht.

Erklärung der Functions-Störungen. Nach Hitzig kommen diese Augenbewegungen nicht dadurch zu Stande, dass der galvanische Reiz die Augenmuskeln oder deren motorische Nerven trifft, sondern dadurch, dass centrale Gebilde gereizt werden. Indem er die oben (S. 354 und 355) angeführten Brenner'schen Beobachtungen hinsichtlich der Wirkung eines einzigen dem Schädel ein- oder doppelseitig angelegten Pols auch für die von ihm entdeckten Augenbewegungen bestätigt, glaubt er, die Thatsache, dass bei Annäherung nur einer Elektrode an den Schädel gleichwohl sämmtliche Reizerscheinungen, wenn auch weniger ausgesprochen, eintreten, auf die eigenthümliche Function der gereizten Organe beziehen zu müssen. Sowohl die associirten Augenbewegungen, als die Vertheilung der zur Aufrechthaltung des Gleichgewichts dienenden Muskelimpulse setzen ein ungestörtes Zusammenwirken der gleichnamigen symmetrischen Centralorgane voraus. Wird nur die Erregbarkeit des Centralorgans der einen Seite von der Norm entfernt, so ist die daraus resultirende Störung beträchtlich geringer, als wenn die Erregbarkeit des symmetrischen Organs um das Gleiche, aber im entgegengesetzten Sinne verändert wird. Eine doppelseitige positive oder negative

Erregbarkeitsveränderung bleibt jedoch ohne wahrnehmbare Zeichen. Hitzig hält diese Beobachtungen für den ersten Nachweis, dass man vermag, durch galvanische Reizung gewisse Complexe intracerebraler Nerven — sei es direct, sei es indirect — in Erregungszustände zu versetzen, durch welche Anlass zu Muskelbewegungen eigenthümlicher Art gegeben wird.

Breuer und Mach beziehen im Widerspruch zu Hitzig die Schwindelerscheinungen auf percipirte Alterationen der halbzirkelförmigen Canäle. Hitzig zeigt dagegen, dass durch eine Alteration dieser Theile nicht alle bei der Gehirngalvanisation auftretenden Erscheinungen erklärt werden können. Wenn ein Blinder durch die Schläfen galvanisirt wurde, so bekam derselbe nicht die Empfindung irgend einer Scheinbewegung, und doch Bulbusbewegungen. Auch fehlte den meisten Menschen, denen er mit einem möglichst schwachen Strom Nystagmus machte, die Empfindung der Scheinbewegung vollkommen, sobald sie die Augen schlossen u. s. w. Aus seinen Thierversuchen ergab sich ferner ganz unzweideutig, dass man durch dem Kleingehirn zugefügte Veränderungen, ohne das Labyrinth anzurühren, sowohl jedes der bei dem ursprünglichen Versuche erscheinenden Symptome einzeln, als auch ihr Gesammtbild erzeugen kann. Wenn an dem freipräparirten Kleinhirn eines Thieres die Elektroden über dem hinteren Lappen des Wurms standen, dann drehten sich beide Augen nach rechts oder links, je nachdem die Anode rechts oder links war, rückten die Elektroden nach dem oberen Lappen, so ergab die eine Stromrichtung combinirte Drehung des einen Auges nach oben und des anderen nach unten und umgekehrt. Namentlich aber zeigte sich, dass das Kleinhirn wirklich mit der Regulirung der Muskelimpulse direct etwas zu thun hat. Denn die eine Läsion war im Stande, das Muskelbewusstsein derart zu verändern, dass das Thier stets die eine Seitenlage mit der Bauchlage verwechselte; bei einer anderen Läsion kam es sogar vor, dass nur einzelne Theile des Muskelsystems alterirt wurden, so dass die sogenannte spiralige Drehung des Rumpfes zwangsmässig eintrat.

Die Gleichzeitigkeit im Vorkommen des Schwindels und der Augenbewegungen lässt die Frage entstehen, ob dieselben unter einander ganz oder theilweise in dem Verhältniss von Ursache und Wirkung stehen. Hitzig liess gesunden Menschen, während sie die Augen geschlossen hatten, einen Strom durch den Kopf gehen. Dieselben fielen stets gegen die Anodenseite, und die der Selbstbeobachtung Fähigen bezeichneten diese Bewegung mit Bestimmtheit als eine willkürliche, hervorgerufen durch die Empfindung, als wenn der Kopf oder der Körper nach der Kathodenseite geneigt würde, und durch das Bedürfniss, gegen diese Bewegung das Gleichgewicht aufrecht zu erhalten. Während des Kettenschlusses schien

ihnen aber die nach der Kathode gerichtete Bewegung des Körpers (in der Regel) um seine horizontale und mediane Axe fortzudauern.

Liess er nun die bis dahin geschlossenen Augen öffnen, so würde die Empfindung von Scheinbewegung des eigenen Körpers unterdrückt und auf die Gesichtsobjecte in der früher beschriebenen Weise übertragen. Gleichzeitig konnte man dann Bulbusbewegungen, wie sie oben beschrieben worden sind, wahrnehmen; von diesen hatte aber Niemand eine subjective Empfindung.

Es geht daraus hervor, dass auch bei Ausfall aller optischen Eindrücke bestimmten Gesetzen folgende Schwindelempfindungen auftreten, nur dass dieselben, statt auf die Gegenstände der Aussenwelt, auf den eigenen Körper bezogen werden. Die bei geschlossenen Augen eintretenden Schwindelempfindungen haben daher mit den Augen Nichts zu thun, sondern hängen von einer directen Beeinflussung des Gleichgewichtsorgans ab; während die bei offenen Augen vorhandenen Scheinbewegungen der Gesichtsobjecte wohl sicher auf die galvanischen Zwangsbewegungen des Bulbus zurückgeführt werden müssen.

Den galvanischen Nystagmus erklärt Hitzig in folgender Weise: Im Moment des Kettenschlusses wird der Einfluss des Willensorgans auf das Organ, welches die gleichmässige Vertheilung der Augenmuskelimpulse regelt, linksseitig künstlich gestelgert, rechtsseitig herabgesetzt. In Folge dessen erfolgt eine Augendrehung in der Zugrichtung der rechtsseitigen Musculatur des Doppelauges. Unterdessen ist aber in dem Gleichgewichtsorgane selbst der Eindruck verminderter Arbeitsleistung der linksseitigen Augenmusculatur derart angewachsen, dass er verstärkte Impulse in den betreffenden Nervenbahnen auslöst, d. h. also das Auge wieder nach links dreht. — Die Grösse dieses Eindrucks kann durch das Zusammenwirken verschiedener Factoren bedingt werden, nämlich: 1) direct durch den Galvanismus; 2) durch in der That geringere Arbeitsleistung, welche mit Verschiebung des Auges in entgegengesetzter Richtung in die Erscheinung tritt; 3) durch unbestimmte abnorme Muskelempfindungen. Demnach kann man die nach der Kathode gerichtete Bulbusbewegung als durch gestörtes Muskelgefühl (Schwindel) auf indirectem Wege hervorgebracht auffassen.

3) Als Nachwirkungen des elektrischen Stromes, welche noch nach Entfernung der Elektroden längere Zeit andauern, beobachtete Hitzig nach starken Strömen: Empfindung dumpfen Drucks, namentlich im Hinterkopf, Uebelkeit, seltener Schwindelempfindung; ferner Einschlafen der Glieder, salzige Empfindungen, Unfähigkeit zu geistiger Arbeit.

Bei einer grösseren Zahl von Individuen, die ich längere Zeit am Halse galvanisch und auch faradisch behandeln musste, habe ich als Nachwirkung sehr heftiges (Tage, ja einmal anderthalb Wochen anhaltendes) Kopfweh mit allgemeinem Unbehagen und

Uebelkeit beobachtet. Dem Anschein handelt es sich in diesen Fällen um eine reflectorisch in Scene gesetzte und dann fortdauernde Contraction der Gehirngefässe und dadurch bewirkte Gehirnanämie.

4) Dass inducirte und sehr kurzdauernde galvanische Ströme keinerlei Symptome, weder Schwindel noch Augenbewegungen erzeugen, trotzdem sie nachgewiesenermassen (S. 351) das Gehirn durchströmen, beruht offenbar auf demselben Grunde, aus welchem gelähmte oder curaresirte Muskeln ebenfalls nicht auf inducirte und kurzdauernde galvanische, wohl aber auf länger dauernde galvanische Ströme reagiren, nämlich weil die intracerebralen Nervengebilde der Veränderung ihres Zustandes durch den Strom eine ähnliche Trägheit entgegensetzen, wie letztere; ehe die Umlagerung der Gehirnmolecüle und damit die Aenderung der Function herangebildet, ist die Rücklagerung in den früheren Zustand schon wieder da. Es ist eben die vollständige Einführung des elektrotonischen Gegensatzes in den cerebralen Mechanismus unumgängliche Bedingung für das Eintreten der oben abgehandelten Reizerscheinungen (Hitzig). Es liegt hierin eine wesentliche, wenn auch nur quantitative Verschiedenheit der centralen Nervengebilde von dem Verhalten peripherer Nerven, welche auch auf Inductions- und kurz dauernde constante Ströme sehr intensiv und prompt reagiren.

5) Die motorischen und sensiblen Felder des freigelegten Gehirns. Angeregt durch die Erregungswirkungen und die Augenbewegungen bei Durchströmung des Gehirns vom unverletzten Schädel aus, legte Hitzig mit Fritsch das Gehirn von Thieren durch Hinwegsägen und -brechen der Schädelknochen frei und unterwarf dieses directen Reizungen theils mit schwachen galvanischen, theils mit schwachen Inductionsströmen.

Es fand sich hierbei, das ein Theil der Convexität des grossen Gehirns und zwar ein mehr nach vorn gelegener motorisch, ein anderer mehr hinten gelegener Theil nicht motorisch ist. Durch elektrische Reizung des motorischen Theiles erhält man combinirte Muskelzusammenziehungen der gegenüber liegenden Körperhälfte. Dieselben lassen sich bei Anwendung ganz schwacher Ströme auf bestimmte engbegrenzte Muskelgruppen localisiren. Auf stärkere Ströme betheiligen sich bei Reizung der gleichen oder sehr benachbarter Stellen sofort andere Muskeln und zwar auch Muskeln der correspondirenden Körperhälfte.

Der Character der durch Reizung dieser motorischen Centren hervorgebrachten Zuckungen ist je nach Art der Reizung ein verschiedener. Die Reizung durch einfache metallische Schliessung des Kettenstromes giebt nur eine einfache, ziemlich schnell vorübergehende Zuckung. Wenn man, anstatt die Kette in ihrem metallischen Theile zu schliessen, dies durch Aufsetzen der Elek-

troden thut, so bedarf man zur Erzielung der gleichen Wirkung grösserer Stromstärken. Die metallische Wendung ergiebt stets eine bei sonst gleichen übrigen Verhältnissen grössere Reizwirkung, als die blosse Schliessung, ohne dass jedoch dabei zwei Zuckungen (die zweite für die Oeffnung) einträten. Nicht selten zeigte sich aber bei dieser Art der Reizung auch Tetanus der betreffenden Muskelgruppe, namentlich wenn es sich um die Zehenbeuger handelte, obwohl weitere Reizmomente nicht Platz griffen. — Hatte zuerst die eine Elektrode, sei es auch nur kurze Zeit, eingewirkt, so brachte gleich darauf die andere an derselben Stelle einen grösseren Reizeffect hervor, als sie vorher und bald darauf vermochte.

Innerhalb der minimalen Stromstärke löste nur die Anode, nicht aber die Kathode eine Zuckung aus. Die Anode wirkte durchgehends stärker, als die Kathode. Eine noch so kurze Schliessung der Kette setzt innerhalb schwacher und mittlerer Stromstärken die Erregbarkeit gegen dieselbe Elektrode herab und erhöht sie gegen die andere.

Bei der Reizung mit tetanisirenden äusserst schwachen Inductionsströmen sind die Reizeffecte nicht ganz so constant; doch sind es meist tonische Contractionen der betreffenden Muskelmassen von verschieden langer Dauer. Schon nach einer tetanisirenden Reizung von wenigen Secunden treten häufig Nachbewegungen in der abhängigen Musculatur ein, meist klonischen Characters. Sehr lang dauernde starke Ströme ziehen rasche Erschöpfung nach sich.

Ausser motorischen giebt es auch sensible Rindenfelder. Auch hier verdanken wir Hitzig die Entdeckung des ersten, nämlich des Rindenfeldes des Auges, dem dann durch die späteren Untersuchungen von Ferrier und Munk noch viele andere angeschlossen wurden.

Durch Beobachtungen Gehirnkranker weiss man jetzt, dass sich das Gehirn des Menschen ähnlich verhält, wie das der Thiere, und motorische, wie sensible Rindenfelder enthält.

Am unverletzten Schädel ist es bis jetzt noch nicht gelungen, durch auf die Kopfhaut gerichtete Ströme eines der Hitzig'schen motorischen Rindenfelder so zu erregen, dass Muskelcontractionen hierdurch ausgelöst werden.

6) Einfluss auf den Blutkreislauf im Schädel. Hierüber liegen einige Untersuchungen vor.

Wenn Legros und Onimus bei einem Hunde einen Pol durch eine Trepanöffnung hindurch auf die blosliegende Gehirnoberfläche, den anderen Pol an einer Nackenwunde in der Nähe des oberen Halsganglions aufsetzten, so glaubten sie bei aufsteigender Stromrichtung Erweiterung, bei absteigender dagegen Verengerung der Gehirngefässe beobachtet zu haben. Diese Angabe wird in jüngster Zeit von Löwenfeld auch für die Piagefässe von percutan galvanisirten Kaninchen bestätigt. Letzterer giebt ferner an, bei

quer durch den Kopf geleiteten Strömen auf der Seite der Anode Erweiterung, auf Seite der Kathode Verengerung der Arterien, bei Längsleitung von Inductionsströmen durch den Kopf eine Vermehrung der Blutfülle des Gehirns gesehen zu haben.

Die Angaben sind so auffallend und stimmen mit unseren übrigen Kenntnissen über die Beeinflussung der Blutgefässe durch Elektricität so wenig überein, dass genaue Nachuntersuchungen wünschenswerth erscheinen.

XIV. Elektrisirung des Rückenmarks.

Durchströmungsmöglichkeit. Für das Rückenmark hat Erb zuerst darauf hingewiesen, dass dessen knöcherne Hüllen für den Durchgang des Stromes viel günstiger, die Anordnung der Weichtheile dagegen viel ungünstiger, als am Gehirn sei. Während die Knochen der Wirbelsäule an und für sich schon durch ihren sehr beträchtlichen Wassergehalt und ihre spongiöse Beschaffenheit geringere Leitungswiderstände bieten, sind auch noch die einzelnen Knochen vielfach durch grosse und weite Lücken von einander getrennt — Lücken, welche mit Blutgefässen, Nerven und bindegewebigen Massen ausgefüllt sind und deshalb dem Strome keinen sonderlichen Widerstand entgegensetzen. Auf der anderen Seite sind die gut leitenden Muskelmassen, welche die Wirbelsäule umhüllen, in so grosser Mächtigkeit vorhanden, dass durch sie jedenfalls ein Theil des auf dem Rücken eingeleiteten galvanischen Stromes abgeleitet wird. Ueberdies besteht am Rückenmark nicht so, wie am Gehirn, die Möglichkeit, den Strom in beliebigen Richtungen quer durchzuleiten, weil eben das Rückenmark nur mit einer einzigen Seite der Körperoberfläche verhältnissmässig nahe liegt. Da man jedoch am Rücken ohne Bedenken unverhältnissmässig viel stärkere Ströme anwenden kann, als am Gehirn, so kann der grösste Theil dieser durch die anatomische Anordnung bedingten Nachtheile durch die beliebige Verstärkung des angewendeten Stromes wieder ausgeglichen werden.

Erb hat zudem auch durch Versuche an der Leiche mittelst eines aufgelegten Froschpräparates, Burkhardt durch eingestochene stromprüfende, unpolarisirbare Nadeln den Nachweis geliefert, dass das Rückenmark von Stromschleifen getroffen wird, wenn aussen auf die Rückenhaut ein Strom längs der Wirbelsäule eingeleitet wird.

Erb hat weiterhin auch am Lebenden den Beweis zu führen vermocht, nicht nur, dass der galvanische Strom in den Rückgradscanal eindringt, sondern auch, dass er die darin befindlichen Theile erregt. Wenn er einem Manne eine grosse Elektrode auf die Gegend der ersten Brustwirbel, die andere quer über die Gegend des 2. und 3. Lendenwirbeldornfortsatzes setzte und einen Strom von 24 Elementen hindurchgehen liess, so zeigten sich bei Wendungen des Stromes nicht nur Zuckungen der Rückenmusculatur,

sondern auch jedesmal Zuckungen in den vom Ischiadicus versorgten Muskeln an der hinteren Seite des Oberschenkels, welche in ihrer Stärke bei verschiedener Stromesrichtung den Anforderungen des Zuckungsgesetzes entsprachen; mit grosser Constanz erscheinen bei absteigendem Strome Schliessungszuckungen, während die Oeffnungszuckung des aufsteigenden nur selten — und dann nur nach längerer stabiler Einwirkung des Stromes erfolgt. Die Annahme, dass es sich hier nicht um eine Erregung des Rückenmarks, sondern um eine Erregung durch Stromschleifen handle, welche den ischiadischen Nerven innerhalb der Beckenhöhle nach seinem Austritte aus den Kreuzbeinlöchern oder gar erst nach seinem Austritte aus dem Becken durch die Incisura ischiadica getroffen hätten, weist Erb als unberechtigt zurück; durch Controlversuche (Aufsetzen der Elektroden auf dem Nerven nähere, aber vom Rückgratskanal entferntere Stellen) überzeugte er sich, dass die durch Stromschleifen etwa zu erzeugenden Zuckungen jedenfalls schwächer sind, als die vom Rücken aus erzeugten.

Auch Brenner hat diesen Erb'schen Versuch an vielen Personen wiederholt, und dessen Angaben bei den meisten Individuen vollkommen bestätigen können. Brenner konnte aber ausserdem Gefühlsempfindungen als Folge nachweisen. Wenn bei einer Stellung der Elektroden, wie in dem Erb'schen Versuche die Kette in der Richtung geschlossen wird, dass die über den Lendenwirbeln befindliche Elektrode Kathode ist, so entstehen bei vielen, nicht bei allen Versuchspersonen mehr oder weniger deutliche excentrische Sensationen im Unterschenkel, sowie in der Fusssohle und den Zehen. Weniger deutlich sind diese Empfindungen oder bleiben ganz aus, wenn der Strom gewendet wird. Oefter und deutlicher gelingt dieser Versuch mit inducirten Strömen, und auch hier ist die excentrische Empfindung sicherer und intensiver hervorzurufen, wenn die Kathode (der Oeffnungsströme) den Lendenwirbeln entspricht.

Ueber die Erregbarkeit des Rückenmarks. Welche Wirkungen der das Rückenmark unmittelbar treffende Strom auf dasselbe selbst hat, diese für uns wichtige Frage ist bis jetzt allerdings noch unbeantwortet; unsere physiologischen Kenntnisse in dieser Beziehung sind noch nicht einmal so weit gekommen, dass wir mit Bestimmtheit sagen könnten, ob das Rückenmark durch directe Reize erregbar sei. Seit van Deen (1841) glauben die meisten Physiologen aus ihren Versuchen sogar paradoxerweise schliessen zu müssen, dass kein künstlicher Reiz die Rückenmarkssubstanz in Erregung versetzen könne; die von Manchen beobachteten Reizerscheinungen rührten nur davon her, dass der angewendete Reiz statt der eigentlichen Rückenmarkssubstanz eine Nervenwurzel getroffen habe. Nur Engelken und Fick, sowie Dittmar glauben an eine directe Reizbarkeit. Engelken fand bei jeder Reizung des Markes (der Vorderstränge) bei Fröschen

(Elektrodendistanz 0,5 mm) Bewegungen der Hinterbeine und zwar geordnete, was schon an sich, abgesehen von den Controlversuchen gegen die Entstehung von Stromschleifen spricht; ferner fand er auf Reizung der isolirten, aber noch mit dem Gehirn zusammenhängenden Hinterstränge stets heftige Schmerzreaction.

Dittmar prüfte an curaresirten Kaninchen, deren Vagi nicht durchschnitten waren, die Reizbarkeit der centripetalen Rückenmarksfasern und fand, dass elektrische oder mechanische Reizung derselben immer eine starke Blutdrucksteigerung nach sich zog.

An der frischen Leiche eines Hingerichteten machte Rossbach an dem peripheren Rückenmarkscervicalschnitt, sowie an einem zweiten Querschnitte durch den untersten Theil des Brustmarks zwischen elften und zwölften Brustwirbel Reizungsversuche mit folgenden Ergebnissen: Reizung des peripheren Rückenmarkscervicalquerschnittes, und zwar des rechten Vorderstranges: Hinaufziehen der Schulter; des linken Vorderstranges: Contraction des M. pectoralis major; des linken Seitenstranges: Bewegungen der Schulter; des linken und rechten Seitenstranges: ohne Erfolg. — Reizung an dem zweiten Querschnitte, und zwar des rechten Vorderstranges: es bewegen sich Penis und Scrotum; des linken Vorderstranges: Contractionen des linken Lumbo-sacralis und Hebung der ganzen linken Rumpfhälfte; des rechten Seitenstranges: Contractionen der Glutäi; des linken Seitenstranges: Contractionen der Rückenmusculatur beiderseits; des linken und rechten Hinterstranges ohne Erfolg. — Doch kann ich bei der Schnelligkeit, mit der die Versuche nothwendig vollendet werden mussten, nicht garantiren, dass nicht doch Stromschleifen zu den austretenden Nervenfasern gekommen sind; sehr schwache Ströme wurden allerdings angewendet; auch wurden die Elekroden einander bis auf 2 Mmtr. genähert.

Die sehr primitiven Versuche Eduard Weber's am Froschrückenmark, bei denen sicher Stromschleifen auch zu den Rückenmarksnerven gelangten, führten zu folgenden Ergebnissen: Wurde der Strom des Rotationsapparates auf das ganze Rückenmark in der Weise geleitet, dass die beiden Drahtenden das obere und untere Ende desselben oder beide Seiten seines oberen Endes allein berührten, so entstand ein allgemeiner Starrkrampf. Das Rückenmark verhält sich also in dieser Hinsicht, wie der gemeinschaftliche Stamm aller Bewegungsnerven. In anderer Hinsicht allerdings unterscheidet es sich auch wieder von einem blossen Nervenstamme. Wenn man nämlich die beiden Leitungsdrähte nicht an das obere, sondern an das untere Ende des Rückenmarks bringt, so würden, wenn das Rückenmark einzig als gemeinsamer Stamm der Bewegungsnerven zu betrachten wäre, jetzt nur diejenigen Muskeln in Starrkrampf gerathen können, deren Nerven von diesem Ende selber oder so dicht darüber abgehen, dass der galvanische Strom sie selber noch trifft. Es ergiebt sich aber, dass nicht nur die unteren Extremitäten, sondern auch die Rumpfmuskeln und

selbst die oberen Extremitäten in Starrkrampf versetzt werden, gerade so, wie wenn man das obere Ende mit in den Kreis gezogen hätte. Dass der Starrkrampf der oberen Theile in diesem Falle wirklich vom Rückenmark ausgeht und nicht durch unmittelbare Einwirkung des Stromes auf die Nervenwurzeln der oberen Extremitäten entsteht, wird dadurch erwiesen, dass, wenn man einen einfachen Schnitt durch das Rückenmark macht und die Schnittflächen wieder in vollkommene Berührung bringt, die oberen Theile am Starrkrampfe keinen Theil nehmen, ungeachtet die Stromausbreitung noch dieselbe ist.

Wir sehen also hieraus, dass bei einer Reizung des Rückenmarks an irgend einer Stelle desselben nicht blos wie bei einem Nervenstamme die Muskeln der unterhalb abgehenden Nervenzweige, sondern auch die der oberhalb abgehenden Nerven vom Starrkrampfe ergriffen werden. Man muss daher annehmen, entweder dass die Nerven bei ihrem Eintritte in's Rückenmark ihre Eigenschaft als isolirte Leiter, welche sie in ihrem ganzen Verlaufe haben, ablegen, oder dass sie bereits im Rückenmarke ihr Ende erreichen und durch andere Nerveneinrichtungen unter einander in Verbindung gesetzt sind.

Noch wesentlicher unterscheidet sich das Rückenmark von einem Nervenstamme durch eine Erscheinung, welche auf eine selbstständige Thätigkeit des Rückenmarkes schliessen lässt, die den Nerven gänzlich abgeht. Während nämlich der durch den Rotationsapparat von einem Nervenstamme aus erzeugte Starrkrampf, wie gezeigt, sogleich verschwindet, sobald man den Strom unterbricht, dauert dagegen der Starrkrampf, welcher durch Einwirkung des Rotationsapparats auf das Rückenmark erzeugt worden ist, auch nach der Unterbrechung des Stromes noch längere Zeit fort. Dieser Versuch gelingt besonders vollkommen bei ganz frischen lebenskräftigen Fröschen. Der Krampf dauert hier sehr lange fort; mitunter wohl eine halbe Minute nach der Unterbrechung und darüber; auch lässt sich der Versuch hier zum zweiten und dritten Male und bisweilen noch öfters wiederholen, wobei aber die Dauer der Nachwirkung immer kürzer und kürzer wird, bis sie zuletzt gänzlich verschwindet. Bei matten Fröschen, welche sich längere Zeit in der Gefangenschaft befunden haben, ist die Nachwirkung von kürzerer Dauer und kann dann auch meist nicht erneuert werden, ungeachtet die Muskeln noch lange während des Stromes in Starrkrampf gerathen.

Bei ruhiger Durchleitung eines schwachen, nicht zuckungserregenden galvanischen Stromes verliert nach J. Ranke das Rückenmark seine Fähigkeit, auf Hautreize Reflexbewegungen auszulösen; selbst bei strychninisirten Thieren könne man in dieser Weise die Krämpfe aufheben. Es ist noch nicht sicher gestellt, ob diese Wirkungen des galvanischen Stromes auf eine durch ihn bedingte Herabsetzung der Erregbarkeit oder auf Hemmung von

Reflexen in Folge der starken sensiblen Erregung bezogen werden müssen.

Einfluss der Stromrichtung. Am Rückenmark von Fröschen fand Baierlacher, dass sowohl der aufsteigende wie der absteigende (dieser aber in geringerem Grade) Strom auf die durchflossene Strecke einen lähmenden Einfluss ausübt und in der extra- wie in der intrapolaren Strecke die Erregbarkeit herabsetzt.

Uspensky untersuchte nach einer vorläufigen Mittheilung, wie es scheint, mit ziemlich primitiven Methoden ebenfalls den Einfluss, welchen der constante Strom bei seinem Durchgehen durch das Rückenmark der Frösche auf die Functionen desselben ausübt, ferner, ob und welche Differenz die auf- und die absteigende Richtung hierbei zeige. Er fand, dass sehr lange (20 bis 25 Minuten) andauernde Ströme sowohl in auf- wie absteigender Richtung das Rückenmark lähmen, in erstgenannter Richtung allerdings am schnellsten. Wenn nur 5—10 Minuten lange Durchströmung angewendet wurde, so zeigte sich je nach der Stromrichtung ein wesentlicher Unterschied. Durch den aufsteigenden Strom werden die Athembewegungen sehr energisch, und verschwinden die Reflexbewegungen in den unteren Extremitäten oder werden wenigstens viel schwächer. Wenn man die Frösche losmacht, springen sie normal oder bewegen sich wenigstens willkürlich. Beim absteigenden Strom dagegen werden die Athembewegungen immer schwächer und verschwinden zuletzt ganz; die Reflexbewegungen der unteren Extremitäten erhalten sich sehr lange. Wenn man die Frösche nun aber losmacht, können sie keine willkürlichen Bewegungen mehr ausführen. Nach Einwirkung des absteigenden Stromes sterben die Frösche gewöhnlich innerhalb einiger Stunden, während beim aufsteigenden sie ganze Tage lang leben, obwohl die Reflexe in den unteren Extremitäten viel schwächer sind, als im normalen Zustande.

Dieser Unterschied in der Wirkung des aufsteigenden und absteigenden Stromes wird nach U. noch deutlicher, wenn man die Wirkung der Picrotoxinvergiftung dabei beobachtet. Bei Wirkung des aufsteigenden Stromes auf mit Picrotoxin vergiftete Frösche entsteht sogleich Tetanus, und besonders im Anfange des Versuches; bei der Wirkung des absteigenden Stromes aber verschwinden die Krämpfe bei Vergiftung mit Picrotoxin sogleich, aber nach Aufhören des Stromes kommen sie nach einigen Augenblicken wieder von Neuem. Wenn man vor der Vergiftung mit Picrotoxin den constanten Strom anwendet, so erscheinen die Krämpfe nach Anwendung des absteigenden Stromes viel später, als nach dem aufsteigenden.

U. glaubt aus diesen Versuchen folgern zu dürfen, dass sowohl für die Leitung der Erregungsvorgänge durch das Rückenmark, als auch für die im Rückenmark selbst entstehenden Reflexe das

Rückenmark sich ganz wie ein peripherer Nerv verhalte, also in der Anodengegend Verminderung der Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit, in der Kathodengegend Erhöhung derselben zeige.

Onimus glaubt, an Fröschen, Meerschweinchen und sehr reflexerregbaren Menschen nur vom absteigenden Strome eine Verminderung der Reflexe und der Erregbarkeit, vom aufsteigenden Strom dagegen entschieden eine Steigerung derselben gesehen zu haben.

Von der Peripherie aus durch das Rückenmark hindurch ausgelöste Reflexe. Bei gesunden und kranken Menschen hat R. Remak die Beobachtung gemacht, dass bei einer ruhigen Durchströmung eines Nervenstammes mit einem constanten galvanischen Strome nicht blos eine Contraction der von diesem versorgten, sondern auch eine tonische Contraction antagonistischer und oft weit entfernter auf der anderen Seite oder an dem entgegengesetzten Körperende befindlicher Muskeln eintrat; Remak gab letzteren den Namen „galvanotonische Zusammenziehungen“ und betrachtet sie als auf dem Wege des Reflexes von den miterregten centripetalen Fasern aus zu Stande kommend. Hierher gehören auch die sogenannten diplegischen Contractionen Remak's, welche bei verschiedenen Muskel- und Nervenkrankheiten vorkommen und nicht blos, wie Remak glaubt, bei Halsgalvanisation, sondern auch von vielen anderen Körperstellen aus eintreten (M. Meyer, Benedikt, Eulenburg u. A.) und nach Letzterem nichts anderes sind, als Symptome gesteigerter Erregbarkeit des Rückenmarks. — Es geht aus diesen Beobachtungen zunächst hervor, dass man das Rückenmark nicht nur durch direct eingeleitete Ströme, sondern auch von der Peripherie aus auf reflectorischem Wege in Erregung versetzen kann.

XV. Einfluss auf den Kreislauf, auf Blut und Lymphe, auf Körpertemperatur und Nierenabsonderung.

1) Directe Wirkungen auf die Gefässe. Dass die Blut- und Lymphgefässe der Haut sowohl durch den Inductionsstrom, wie durch den constanten Strom hochgradig beeinflusst werden, ist bei der Einwirkung der Elektricität auf die Haut sehr eingehend auseinander gesetzt worden (S. 289). Ferner ist durch viele Untersuchungen (von Stricker, Golubew, Gebrüder Weber, Max Schultze, Kölliker, Bruns u. A. der Nachweis erbracht, dass die Schwimmhautgefässe bei Fröschen, die Ohrgefässe von Kaninchen bei percutaner Reizung sich verengern, ja ihr Lumen ganz verschliessen können, sowie dass auch bei directer Reizung blossgelegter grösserer Arterien- und Venenstämme starke Contractionen auftreten, auch wenn man alle reflectorischen Einwirkungen vermeidet. Auch für die Capillargefässe des Frosches hat Golubew

beobachtet, dass nach Reizung mit Inductionsschlägen die spindelförmigen Elemente der Capillarwand sich verkürzen und verdicken und hierdurch das capillare Lumen fast vollständig verschliessen bis zur Nichtpassirbarkeit der rothen Blutkörperchen; auch sahen er und später Tarchanoff nach Aufhören des Reizes, wenn derselbe nicht zu stark war, eine Rückkehr zur Norm. Dagegen konnte Tarchanoff bei Reizung des Ischiadicus keine Veränderung an den Capillaren und der Schwimmhaut beobachten.

Es wäre aber ein grosser Irrthum, wenn man annehmen wollte, dass auch die in der Tiefe liegenden Gefässe lebender Menschen in ähnlicher oder gar gleicher Weise bei Reizung von der unverletzten Haut aus verändert würden. In der Haut der Kalt- wie Warmblüter kann der Strom eine starke Wirkung entfalten, weil er nur in ganz engen Bahnen durch die Drüsenausführungsgänge, also in grosser Dichtigkeit in das Cutisgewebe eintritt, weil er in dieser Dichtigkeit noch die in nächster Nähe liegenden Gefässwandungen trifft und weil beim Austritt des Stromes aus dem so verschiedenen Medium der Elektroden in den Körper ausserordentlich heftige elektrolytische Zersetzungen der Blut- und Gewebeflüssigkeiten auftreten, deren Producte eine starke chemische Wirkung auf die Gefässwandungen ausüben. Dagegen vertheilt sich der einmal in den Körper nur eine Spur tiefer eingedrungene Strom in so unendlich viele Stromfäden, welche bei der ziemlich gleichen Leitungsfähigkeit aller Gewebe nur noch eine gleich geringe Dichtigkeit haben können, dass man weder nennenswerthe elektrolytische, noch nachweisbare directe Wirkungen auf die Nerven der tiefer liegenden Gefässe bis jetzt hat finden können. Wie soll sich der Stamm eines tief liegenden grösseren Gefässes selbst auf sehr starke percutane Reizungen verengen, wo man den blossgelegten Stamm bei directer Application der Elektroden nur unter den stärksten Strömen eine wirkliche Contraction ausführen sieht?

Im Gegentheil scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass bei denjenigen Stromstärken, welche bei directer und indirecter Anwendung den Muskel zur Contraction bringen, in Folge gleichzeitiger Reizung der gefässerweiternden Muskelnerven eine Dilatation der Muskelgefässe und in Folge dessen eine stärkere Durchströmung und bessere Ernährung des zuckenden Muskels zu Stande kommt (vergl. die ausführlicheren Angaben S. 321 u. 322).

2) Ferner sind eine Reihe reflectorischer (Blutdruck-) Wirkungen elektrischer und anderer Reize bekannt, die aber sehr verschieden sich verhalten, je nachdem die sensiblen Nervenstämme oder die Hautnervenendigungen der Ort des Reizes sind.

a. Starke auf die **Stämme** der Empfindungsnerven einwirkende Reize bewirken auf reflectorischem Wege eine ausgebreitete Verengerung der kleinen Arterien (ob des ganzen Körpers oder nur eines grossen Theiles, steht dahin) und zuerst eine Zu-

nahme der Stromwiderstände. Sodann nehmen unter dem fortdauernden Einfluss dieser Reize die Triebkräfte des Herzens schneller zu, als die Widerstände, und führen dadurch eine Beschleunigung des Gesammtblutstromes herbei (nachgewiesen an grossen Gefässstämmen der Extremitäten und des Kopfes). In Folge dieser Behandlung strömen grössere Blutmengen als vorher in der Zeiteinheit durch die kälteren peripherischen Theile des Körpers und bewirken eine schnellere Ausgleichung der Temperatur zwischen diesen letzteren und den wärmeren inneren Theilen. Indem die Temperatur der Körperperipherie steigt und somit der Wärmeverlust nach Aussen hin wächst, muss im Innern des Körpers ein Temperaturabfall herbeigeführt werden (Heidenhain).

Auch Ostrumoff fand, dass sich auf Reizung sensibler Nervenstämme bei Thieren ganze Gefässgebiete, z. B. das der Därme, der Blase, des Uterus, erheblich, oft bis zum Verschwinden des Lumens der kleineren Arterien verengern und dadurch den Aortendruck erhöhen; ferner dass die Hautgefässe sich durch eine reflectorische Reizung ihrer erweiternden Nervenfasern erweitern und dadurch sich stärker mit Blut füllen, dadurch die Haut wärmer, durch vermehrte Wärmeausstrahlung aber die Innentemperatur zum Sinken bringen.

Heidenhain wies des Weiteren nach, dass bei elektrischer Reizung sensibler Nervenstämme die Muskelgefässe ebenso reflectorisch erweitert werden, wie die Hautgefässe, auch wenn durch Curare Muskelcontractionen, welche an sich ja auch Erweiterung der Muskelgefässe bedingen können, ausgeschlossen waren.

Cyon, Latschenberger und Deahna, sowie schliesslich auch Heidenhain fanden endlich, dass bei chloralisirten Kaninchen auf Reizung des centralen Ischiadicusstumpfes reflectorisch ein allgemeines Absinken des Blutdrucks, bei Hunden unter den gleichen Versuchsbedingungen ein Ansteigen desselben eintritt — eine Warnung, Ergebnisse über Gefässinnervation von einer Thierart nie ohne Weiteres auf die andere zu übertragen.

b. Wenn nicht die sensiblen Nervenstämme, sondern die Haut selbst, bezw. die **Endigungen** der sensiblen Nerven in der Haut gereizt wurden, machten Grützner und Heidenhain die höchst merkwürdige Beobachtung, dass sich der Blutdruck bei Reizung der letzteren ganz anders verhält, wie bei Reizung der ersteren. 1) An curaresirten Kaninchen trat in gewissen Stadien der Vergiftung auf die leiseste Hautberührung, z. B. auf sanftes Darüberhinfahren mit dem Finger, durch Anblasen mit dem Munde, eine sehr lang anhalhaltende Blutdrucksteigerung ein (wahrscheinlich in Folge einer die Reflexganglien im Rückenmark reizenden Wirkung des Curare); dagegen bleiben die heftigsten Schmerzeingriffe derselben Hautstellen (Aetzung derselben mit Senfspiritus, welcher auf glatt rasirte Flecken gegossen wurde, mit concentrirter Salpeter- oder Schwefelsäure, Verbrennen durch das Glüheisen, durch auftropfenden brennenden Siegel-

lack, durch Andrücken eines mit kochendem Wasser gefüllten Becherglases, durch auf der Haut abbrennenden Spiritus) ohne jede steigernde Einwirkung auf den Blutdruck; ja ab und zu trat auf dieselben sogar eine zweifellose Druckherabsetzung ein. 2) Bei gesunden unvergifteten Thieren haben weder leichte tactile Hautreize, noch die oben angegebenen furchtbarsten Schmerzeinwirkungen auf die Haut eine Einwirkung auf den Blutdruck. Auch heftige elektrische Hautreizung hat ebenso wenig Erfolg, wie kaustische oder chemische. Freilich war ein absoluter Beweis nicht zu führen, aber doch ein Wahrscheinlichkeitsbeweis. Heidenhain hat durch Reizung der Gesichtshaut mittelst eines Duchenne'schen Pinsels zwar oft genug den arteriellen Druck in die Höhe getrieben, aber mit Sicherheit nur dann, wenn die Pinsel auf das Auge und die Gegend des Verlaufs der grösseren Quintusäste gesetzt wurden. Vermied er solche Stellen, wo nahe unter der Haut grössere Nervenstämmchen verlaufen, so gelang es ihm ohne Schwierigkeit, mittelst der Pinsel der rasirten Haut Ströme von solcher Stärke zuzuführen, dass die darunter liegendenn Muskeln tetanisirt werden, ohne dass der Blutdruck in die Höhe steigt. Danach scheint es, dass auch die heftigste elektrische Reizung der Haut bei einem normalen Thier sich hämodynamisch unwirksam erweist.

Dass in solchen Fällen die Hautreize nicht überhaupt erfolglos sind, zeigen mitunter anderweite Reflexe, welche durch dieselben ausgelöst werden. Nicht selten tritt Verlangsamung der Pulsfrequenz durch reflectorische Erregung der Vagi ein; in anderen Fällen Verlangsamung und selbst zeitweiliger Stillstand der Athmung. Da also dieselben Hautreize an demselben Thiere einerseits Schmerzempfindung und Reflexe an den Herz- und Athembewegungen, andererseits keine auf den Blutdruck nach sich ziehen, so folgt darum mit Sicherheit, dass diejenige Reizung, welche Schmerzempfindung, und diejenige, welche Gefässreflexe hervorruft, nicht ohne Weiteres zusammenfallen.

Vorläufig bleibt es unbegreiflich, weshalb die leiseste Erregung der Nervenstämme selbst mit elektrischen Strömen, welche kaum auf der Zunge gefühlt werden, und auch die stärksten Erregungen unfehlbar die Aortenspannung erhöhen, dagegen warum dieselben leisen und starken Reize, wenn sie nur die Endigungen jener Stämme in der Haut treffen, unwirksam sind. Und es ist doch die Wirksamkeit leisester mechanischer Erregung im Zustande der Curaresirung ein Beweis dafür, dass die Haut Nervenenden besitzt, welche mit den Gefässnervenmittelpunkten in reflectorischer Verknüpfung stehen.

Was den Menschen und seine Blutdruckreaction gegen schmerzhafte Hautreize anlangt, so hat bekanntlich zuerst Naumann behauptet, dass jeder intensive Hautreiz (Senföl, Elektricität) beim Menschen eine merkliche Abkühlung unter die Norm zur Folge habe, der allerdings eine mehrminütliche Steigerung der Körper-

temperatur vorausgehe; die Abkühlung sei um so stärker und anhaltender, je stärker und nachhaltiger der Reiz sei. Jacobson dagegen zeigte auf der Frerichs'schen Klinik in einer viel grösseren Untersuchungsreihe, dass eine starke Abkühlung der Körperwärme bei Einwirkung starker Sinapismen oder der elektrischen Geissel durchaus nicht stattfindet. Denn nur in 5 von 31 Fällen, in denen die Temperatur der Achselhöhle wie bei Naumann unter dem Einfluss von Hautreizen beobachtet wurde, sank das Thermometer, in allen übrigen Fällen (26) stieg es. Jacobson erklärt die abweichenden Resultate Naumann's durch die Mangelhaftigkeit von dessen thermoelektrischem Apparat. Da die Jacobson'schen thermometrischen Befunde am Menschen ganz im Einklange stehen mit dem, was Heidenhain und Grützner bei Reizung der Haut am Blutdruck der Thiere wahrgenommen haben, dürfte die bis jetzt allgemein geglaubte Naumann'sche Aufstellung als hinfällig erklärt und der Satz aufgestellt werden müssen, dass Hautreize weder nennenswerthe Aenderungen im Blutdruck, noch in der Körpertemperatur zu Stande bringen. Wenn allerdings elektrische Reize an Hautstellen aufgesetzt werden, in deren Nähe sich Nervenstämme befinden, dann könnten die Reizströme letztere erreichen, und dann würde, wie bei Reizung der sensiblen Nervenstämme der Thiere, wohl auch beim Menschen eine Blutdrucksteigerung und Temperaturerniedrigung im Innern des Körpers zu beobachten sein.

Bei curaresirten Hunden, denen Heidenhain mittelst Eiter- oder Strychnineinspritzung einen fieberähnlichen Zustand beigebracht hatte, bewirkte die elektrische Reizung sensibler Nervenstämme nicht mehr Herabsetzung, sondern öfter sogar geringes Ansteigen der Körperinnentemperatur. Jacobson sah durch Hautreize bei fiebernden Menschen entweder gar keine oder so unbedeutende Temperaturveränderungen, dass er überhaupt kein causales Verhältniss zwischen Hautreiz und Temperaturveränderung anzunehmen geneigt ist.

Wolkenstein hatte bei Reizung der Haut von Kaninchen mit elektrischem Pinsel znm Theil andere Ergebnisse, wie Heidenhain, nämlich:

Temperatursteigerung; Pulsfrequenz und Athmen waren gleich nach der Sitzung beträchtlich erhöht (die Temperatur bis 40 ° C.), wobei es unmöglich war, die Puls- und Athmungsfrequenz genau zu bestimmen; nach 20—30 Minuten gingen die Erscheinungen allmälig zurück, nnd bleiben alle Functionen normal.

Die Quantität des Harns und des Harnstoffs war vermehrt und besonders bald nach der Reizung. Der Harn wurde alle 3 Stunden untersucht. Auch gleich nach der Reizung ergab die Harnanalyse einen grösseren Gehalt an Harnstoff und Abnahme der Chlorverbindungen.

Nach der elektrischen Reizung trat eine leichte Albuminurie ein, welche schon nach 3—6 Stunden spontan verschwand.

Lange andauernde Reizung (am 7. bis 8. Tage nach dem Beginn des Versuchs) bewirkte eine stärkere Albuminurie, die 36 Stunden währte, obgleich in dieser Zeit jede fernere Hautreizung unterblieb. Dabei boten die Kaninchen Erscheinungen der passiven Hyperämie dar; das heisst, die Nieren waren in ihrem Volumen vergrössert, blutreich, dunkel gefärbt von dem venösen Blute, weich; die Ohren dagegen kalt und cyanotisch.

Es dürften noch folgende Beobachtungen von Gefässreflexen hier angeführt werden:

Einseitige Reizung des Nervus ischiadicus beim Frosch ruft nicht nur in der Schwimmhaut derselben, sondern auch in der der anderen Seite Circulationsänderungen hervor; bei schwachen und mittleren Reizen z. B. tritt auf der gleichen Seite Verengerung, auf der anderen Seite Erweiterung, bei starken Strömen ein vorübergehendes entgegengesetztes Verhalten der Gefässe ein (Goltz).

Starke und langdauernde faradische Hauterregung führt in der Pia, in den oberflächlichen Gefässen der Grosshirnrinde und in der Pia des Rückenmarks Gefässveränderungen hervor (Nothnagel, Brown-Séquart u. A.).

Einseitige Hautreize der verschiedensten Art rufen auch auf der anderen Seite Sensibilitätsschwankungen hervor. Einseitige Erhöhung der letzteren ruft auf der anderen Seite eine Sensibilitätserniedrigung der correspondirenden Stelle und umgekehrt hervor; jede einseitige Störung der Sensibilität kehrt in positiven und negativen Schwankungen, die auf beiden Seiten immer einen entgegengesetzten Verlauf nehmen, zum normalen Verhalten zurück. Rumpf, welcher diese Thatsachen zuerst für den normalen Menschen festgestellt hat, stellt für ihr Zustandekommen zwei Erklärungen auf: Entweder komme die Sensibilitätserhöhung der einen Seite durch stärkere Füllung der peripheren Gefässe, die Sensibilitätsabnahme durch reflectorische geringere Füllung der betreffenden Gefässregion der anderen Seite zu Stande; oder ebenso gut lasse sich denken, dass Veränderungen in der Gefässcontraction des die percipirenden Centralorgane versorgenden Gebietes vorkommen und die Schwankungen der Sensibilität gleichzeitigen Schwankungen in diesen ihre Entstehung verdanken. In dieser letzteren Annahme finde vielleicht jene bekannte Thatsache ihre Erklärung, dass kleine Reize von grösserer Dauer so ausserordentlich schlaferregend wirken.

Das Capitel der Gefäss- und anderer Reflexe bei peripherer Elektrisirung ist meiner Ansicht nach eines der wichtigsten, aber im Ganzen noch zu wenig bearbeitet.

3) Veränderung des Blutes durch elektrische Ströme. Wie das Blut in den Gefässen selbst während des Durchströmens beeinflusst wird, ist ganz unbekannt geblieben; die elektrolytischen Veränderungen, welche das aus der Ader gelassene Blut bei unmittelbarer Berührung mit einer den constanten Strom ein-

leitenden Elektrode erleidet, gehören nicht hierher. Dagegen ruft Durchleitung starker Schläge der Leydener Flasche und Inductionsströme, welche keine nennenswerthe elektrolytische Wirkung entfalten, folgende Veränderungen der rothen und weissen Blutkörperchen hervor:

Rollett beschreibt die Formveränderungen der rothen Blutkörperchen, welche sie in Folge der Einwirkung langsam auf einander folgender gleich starker Schläge der Leydener Flasche erfahren. Der Rand derselben wird zuerst zackig, dann besetzt sich die ganze Oberfläche mit Zacken, die, indem sie zahlreicher werden, an Grösse verlieren. Weiterhin verdünnen sich die Zacken zu freien spitzen Stacheln und werden einzeln, ähnlich den Fangarmen eines Polypen, in die Oberfläche der Blutkörperchen eingezogen, wonach das Blutkörperchen die Gestalt einer Kugel angenommen hat. Weiterhin tritt dann der Blutfarbstoff aus, und der blasse Ueberrest des Blutkörperchens entschwindet allmälig dem Auge. Geldrollenartig aufgereihte Körperchen trennen sich früher von einander, wenn die Längsaxe der Geldrolle senkrecht zur Stromrichtung steht. Froschblutkörperchen erhalten unter denselben Umständen eine fleckige und runzelige Oberfläche, mit radiär zum Kern gestellten Wülsten. Dann glätten sie sich wieder, werden erst elliptisch, dann kugelig; es bilden sich gleichzeitig gelbe Inhaltstropfen, unmischbar mit Wasser, die zusammenfliessen können. Der Kern wird bisweilen noch vor Diffusion des Farbstoffes ausgestossen. R. entscheidet sich dafür, dass diese Erscheinungen nicht auf einer Contractilität der Blutkörperchen beruhen, weil man 1) die Erscheinung nicht am circulirenden Blut beobachten, 2) durch Elektricität dieselben Formveränderungen hervorrufen kann an Blut, das Monate lang aufbewahrt ist, 3) auch an solchem erstickter oder mit Kohlenoxyd getödteter Thiere.

Golubew, welcher die Wirkung des Inductionsstroms auf die farblosen Bestandtheile des Froschblutes untersuchte, fand, dass schon schwächere Schläge die Bewegungen sehr beeinträchtigen, stärkere die Zelle in ein kugeliges Klümpchen verwandeln, welches durchaus eigenthümliche und ziemlich complicirte Bewegungserscheinungen zeigt, dass nach vielen rasch auf einander folgenden Schlägen mehrere Kerne in der Zelle auftreten, die einzelnen Körnchen der Substanz Molecularbewegung zeigen und endlich die ganze Substanz zerfliesst, so dass die Kerne allein zurückbleiben.

4) Einfluss auf Lymphe und Lymphbahnen. Hinsichtlich der Lymphe liegen sehr wenig Beobachtungen vor. W. Krause, welcher den Lymphstrom am Kopfe opiatisirter Hunde studirte, beobachtete eine starke Vermehrung des Lymphausflusses aus einem durchschnittenen Lymphgefässe, demnach eine Vermehrung der Lymphbildung, wenn er die Wangenschleimhaut oder einen Zungenast des Trigeminus elektrisch reizte. Er glaubt nicht, dass

die durch letztere verursachten Muskelcontractionen eine Ursache des vermehrten Ausflusses gewesen seien, weil sie zu wenig verbreitet waren; auch auf eine Steigerung des Stoffwechsels dürfe die Sache nicht geschoben werden, weil sich ihm die Aenderungen in der Blutzufuhr als unwirksam in Bezug auf Lymphausscheidung erwiesen hatte.

Sonst sind alle Autoren (Schwanda, Weiss und Bidder, Lesser, Paschutin, Emminghaus u. A.) darin einig, dass Muskelbewegungen, active sowohl wie passive, also auch durch elektrische Reizung hervorgerufene, das Weiterrücken der Lymphe in ihren Gefässen unterstützen und durch Entleerung eines Theiles der Lymphbahnen den Eintritt neuer Flüssigkeit in dieselben erleichtern.

Ferner hat Nasse in den Hals- und Kopf-Lymphbezirken von Pferden und Hunden beobachtet, dass Durchschneidung des Halssympathicus eine Verminderung der entleerten Mengen, Reizung dagegen, wenn sie minutenweise unterbrochen wurde, eine Vermehrung derselben bewirke. Vagusreizung am peripheren Stumpf führte zu einer Abnahme, am centralen Stumpf oder am durchschnittenen Nerven zu einer Zunahme der Ausscheidung. Bei Reizung sensibler Nerven und dadurch bewirkter Blutdrucksteigerung entleerten sich grössere Mengen Lymphe, welche aber ärmer an festen Bestandtheilen waren.

An Organen ohne quergestreifte Muskeln, z. B. am Hoden, sah Tomsa auf elektrische Reizung keine Veränderung im Lymphausflusse.

XVI. Elektrische Reizung der Brust- und Bauchhöhle und deren Organe.

Ueber diesen Gegenstand liegen zwar ungemein viele Untersuchungen vor, so weit es sich um directe Reizung der frei präparirten Nerven und Organe beider Höhlen handelt; aber über die Wirkung der uns hier allein oder vorzüglich interessirenden percutan angebrachten und bei unverletztem Körper eingeleiteten Ströme auf die im Innern gelegenen Organe wissen wir nur äusserst wenig, meist nur secundäre, durch den Hautschmerz und dergleichen reflectorisch ausgelöste Wirkungen auf Durchblutung und Blutdruck. Ich stelle hier das für den Elektrotherapeuten Wichtigste aus dem ganz mangelhaften Material zusammen, übergehe aber die physiologischen Reizversuche an den blossgelegten Organen, hinsichtlich deren ich auf die Lehrbücher der Physiologie verweise.

Die Speiseröhre kann mittelst sondenförmiger in dieselbe eingeführter Elektroden direct gereizt werden und reagirt in ihrer oberen Abtheilung, so weit sie quergestreifte Musculatur hat, besser und rascher auf den elektrischen (faradischen) Strom, als in ihrem unteren, nur glatte Muskelfasern enthaltendem Verlaufe.

Magen und Darm. Dass der blossgelegte Magen und Darm bei directer Anlegung der Elektroden sehr intensiv durch fortschreitende Contraction und Gefässkrampf reagirt, davon kann man sich bei jeder Vivisection und an frischen Leichen von Hingerichteten leicht überzeugen. Der Darm schnürt sich am Ort der Reizung oft bis zum Verschwinden des Lumens krampfhaft zusammen und wird dabei todtenblass. Es versteht sich daher von selbst, dass man auch durch sondenförmige in den Magen gebrachte Elektroden diesen zur Contraction bringen kann, wie dies zuerst Kussmaul nachgewiesen hat. Wie sich dagegen der Darm bei percutaner Reizung, also bei auf die Bauchdecken aufgesetzten Elektroden verhält, darüber fehlen physiologische Versuche. Nur an grossen Hernien hat v. Ziemssen beobachtet, dass die in denselben enthaltenen Därme durch percutane Faradisirung in sehr lebhafte peristaltische Bewegungen versetzt werden. An einem kindskopfgrossen angeborenen Leistenbruche, dessen Bedeckungen so dünn und zart waren, dass man jede Contraction und Bewegung des Darmes auf das Deutlichste sah, konnten die peristaltischen Bewegungen durch mechanische und thermische Reizungen (Druck, Bespritzen mit kaltem Wasser) zwar angeregt werden, indessen überschritten sie nicht ein gewisses Maass der Energie. Wurde der faradische Strom auf die wohlangefeuchtete Oberfläche der Hernie applicirt, so gerieth das unter jeder der Elektroden liegende Darmstück nach wenigen Secunden in tetanische Contraction, so zwar, dass sich das Darmstück wie ein elastischer, etwa fingerdicker Strang anfühlte. Die Contraction währte einige Secunden nach der Oeffnung der Kette fort, um sich dann allmälig auf die nicht gereizten Darmpartien fortzupflanzen. Liess v. Ziemssen den Strom längere Zeit (2—3 Minuten) auf die Hernie einwirken und steigerte die Stromstärke allmälig, so erreichte die Energie der peristaltischen Bewegungen eine überraschende Höhe. Der Bruch war einem Knäuel von Schlangen, welche sich durch einander winden, nicht unähnlich; der gasförmige Inhalt des Darmes wurde mit kollerndem Geräusch fortgestossen; hie und da konnte man tetanische Contraction in einem Darmstück fühlen, welche nach einer Dauer von mehreren Secunden nachliess, um an einer anderen Stelle wieder zu erscheinen. Eine Reposition des Bruches kam hierbei nicht zu Stande. Diese stürmischen Bewegungen dauerten lange nach der Entfernung des elektrischen Reizes fort, ganz allmälig schwächer werdend, waren aber erst nach einer Viertelstunde ganz erloschen. Der Kranke, welcher diese ihm bisher nicht vorgekommene Aufregung in dem Bruche mit Erstaunen betrachtete, versicherte mit Bestimmtheit, dass er keinen Schmerz verspüre ausser in der Haut an den beiden Stellen, wo die Elektroden aufgesetzt waren. Dieser Schmerz erlosch mit dem Abnehmen der Elektroden, während die stürmische peristaltische Bewegung noch ziemlich lange, aber schmerzlos fortdauerte.

Die Gallenblase hat Rossbach an Thieren der verschiedensten Art und an einem jungen, ganz frisch Hingerichteten mit den stärksten Strömen direct, also nach Freilegung faradisirt, ohne je eine auch nur andeutungsweise Contraction zu sehen. Ich glaube daher auch nicht, dass dies bei percutaner Faradisation möglich ist; doch ist es denkbar, dass die sich contrahirende Bauchmusculatur durch starke Erhöhung des intraabdominalen Druckes eine Entleerung der rein passiv sich verhaltenden Gallenblase bewirke.

Ueber die Möglichkeit, die Milz durch percutane Elektrisirung zur Contraction zu bringen, liegen entgegengesetzte Beobachtungen vor, negative von Kölliker, Ziemssen und Elias, positive von Wagner, Harless, Chvostek, Skorzewsky und Popow.

Die Harnblase kann bei Einführung der einen katheterförmigen Elektrode in den Blasenhals und Aufsetzen der anderen auf die Bauchdecken jedenfalls zur Contraction gebracht werden, ob auch bei rein percutaner Reizung, ist noch nicht erforscht.

Dagegen scheinen die Nieren von der Haut aus den elektrischen Strömen unzugänglich zu sein, wenigstens konnte Gerhardt keinen Einfluss auf die Harnausscheidung nachweisen.

Dass die Gebärmutter von der Scheide aus durch Elektrisirung zur Contraction gebracht werden kann, unterliegt jetzt keinem Zweifel mehr.

XVII. Physiologische Wirkungen der Entladungsschläge der Reib- und Influenz-Elektrisirmaschine.

Kohlrausch hat die von einer Reib- und einer Holtz'schen Influenzmaschine erzeugten Elektricitätsmengen mit einander verglichen und bei gleicher Drehungsgeschwindigkeit der Kurbeln die Holtz'sche Maschine im Verhältniss von 10 : 3 ergiebiger gefunden; natürlich ist bei den ungemeinen Verschiedenheiten im Bau der Maschinen dieses Verhältniss ein ungemein wechselndes. Jedoch ist im Verhältniss zu der von den galvanischen Elementen gelieferten Elektricitätsmengen unter allen Umständen die der Reib- und Influenzmaschinen eine ungemein geringe; um 1 Cctm. Knallgas durch Wasserzersetzung zu erhalten, müsste der stärkste Strom der von Kohlrausch benutzten Influenzmaschine etwa 40 Stunden lang durch Wasser geleitet werden. Zwei Grove'sche Elemente würden das 22fache des von der Holtz'schen Maschine gelieferten Stromes erzeugen. Bei solchen Zahlen lässt sich, wie Kohlrausch glaubt, wohl behaupten, dass, auch bei Construction von Reib- und In-

fluenzmaschinen von grösstmöglichsten Dimensionen und grösstmöglichster Drehungsgeschwindigkeit an einen Ersatz der galvanischen Ketten zu constanten Strömen oder, allgemein ausgedrückt, zu Stromwirkungen, welche der Intensität proportional sind, nicht zu denken ist. Anders dagegen steht es mit den Wirkungen, welche dem Quadrat der Stromstärke proportional sind, wie die von Holtz und Poggendorf beobachteten Wärmewirkungen; oder mit den physiologischen, die von intermittirenden Strömen hervorgebracht werden und mit der Schnelligkeit der Stromänderung im Verhältniss stehen. Durch die Möglichkeit, den mittleren Strom der Influenzmaschine mittelst einer eingeschalteten Luftstrecke in Theile von ungeheuer gesteigerter Intensität zu zerlegen, lassen sich hier Wirkungen erzielen, welche den galvanischen unter Umständen nahe kommen mögen.

Der elektrische Funke hat natürlich je nach der Grösse und Spannung verschieden starke mechanische, chemische, thermische und physiologische Wirkungen. Wenn er durch schlechte Leiter hindurchschlägt, treibt er dieselben auseinander, wirft z. B. Sand, Holzspäne auseinander, bohrt Löcher durch Glas-, Papierplatten und lockert dünne Metalldrähte mechanisch; dagegen geht er durch gute Leiter, z. B. dicke Metalldrähte, ganz unbemerkt und ohne nachweisbare Wirkung hindurch. Alle chemisch veränderbaren Körper zersetzt er entweder direct oder mittelbar in Folge der heftigen Erschütterung und Erhitzung; so wandelt er einen Theil des Luftsauerstoffs in Ozon um, zersetzt Wasser, Salze; ferner erzeugt er bei Ueberwindung eines jeden elektrischen Hindernisses Wärme.

Auf den menschlichen Körper überspringend, üben nach Valentin die kleineren Funken nur eine örtliche Wirkung auf die Haut aus, verursachen in derselben die Empfindung von Stechen, Prickeln, Brennen; ferner Hautröthe, gesteigerte Transspiration, manchmal auch kleine Blutaustritte, Bläschen. Aber die unter der Haut liegenden Organe werden nicht nachweisbar berührt; und selbst die oberflächlichen Muskeln zeigen keine Spur einer Contraction; nur bei sehr häufig und rasch nach einander gemachter Erneuerung des Funkens entstehen zuerst ein örtlich, später auch über ein ganzes Glied sich erstreckendes lähmungsartiges und zugleich schmerzhaftes Gefühl, Mnskelschwäche und je nach dem Orte der Einleitung subjective Sinneserscheinungen, wie Lichtbilder vor den Augen, subjective Gehörwahrnehmungen, Geschmackempfindung.

Stärkere Entladungen dagegen, wie die der Leydener Flasche, bewirken eine weit sich ausbreitende heftige Erschütterung, namentlich an den Gelenken; es findet sich ein eigenes Knacken an einzelnen Körpergelenken, dessen Ursache noch nicht erklärt ist, starke Zuckungen, die sich z. B. von der Hand aus bis zum Oberarm, ja bis zur Brust, in dieser einen heftigen Schmerz verursachend, erstrecken können. Beim Ueberspringen eines Funkens auf einen

Nervenstamm hat man das Gefühl von einer Quetschung und dann Erstarrung desselben. Die Haut wird an der Einschlagsstelle blutunterlaufen, öfter auch geschwürig und sehr schmerzhaft.

Bei sehr heftigen elektrischen Schlägen verstärken sich die genannten Symptome in so hohem Grade, dass Nervenlähmung oder selbst der Tod die Folge sein kann. Kleinere Thiere werden schon durch die Entladung kleinerer Leydener Flaschenbatterien getödtet. Beim Blitz und bei blitzähnlicher Entladung wird die Haut förmlich verbrennt; es entstehen sternförmige und zackige Blutunterlaufungen und selbst Zerreissungen; die dadurch entstehenden Geschwüre werden leicht brandig und heilen sehr schwer. Die Muskeln werden sogleich wie gelähmt und so schwach, dass das betroffene Glied heruntersinkt, oder dass die unteren Extremitäten und vorzüglich die Kniee die Last des übrigen Körpers nicht mehr tragen und daher zusammenknicken; dieses Schwächegefühl dauert oft viele Wochen lang an, auch wenn die Sensibilitätslähmung schon lange wieder vorübergegangen ist. Der Kopf wird eingenommen, es tritt Bewusstlosigkeit und Ohnmacht ein. Nach dem Tode soll das Blut nicht gerinnen und auch der Muskel nicht todtenstarr werden.

Setzt man dagegen den menschlichen Körper mit dem Conductor der Elektrisirmaschine in unmittelbare Verbindung und lässt ohne Funken sämmtliche erzeugte Elektricität in denselben eintreten (in der spielenden Weise der Alten nannte man eine solche Procedur ein elektrisches Bad, bei Ueberleitung einzelner Schläge ein elektrisches Douchebad; oder, wenn sich zwischen der Haut und dem Conductor ein poröser schlechter Leiter, z. B. Flanell befindet und so das Durchschlagen nur durch die Poren geschieht, ein elektrisches Regenbad), so zeigt sich nach keiner Richtung hin eine physiologische Wirkung. Der Strom gleitet längs der Körperoberfläche fort und gleicht sich mit der Elektricität des Bodens aus. Macht man dies unmöglich dadurch, dass man den Menschen auf einen nicht leitenden Körper, z. B. einen gläsernen Isolirschemmel stellt, so treten ebenfalls keine nennenswerthen Wirkungen auf, trotzdem, dass sich jetzt auf der Körperoberfläche eine grosse Menge Elektricität anhäuft. Die wenigen sichtbaren Veränderungen nach Valentin sind nicht sowohl Folgen von Functionsänderungen, als vielmehr nur Folgen der Ausströmung der überschüssig angehäuften Elektricität in die umgebende Atmosphäre. Dahin würde gehören die vielfach behauptete Vermehrung der Hautausdünstung, die Empfindung eines schwachen Luftzuges, eines geringen Kältegefühles auf der Haut, das Aufrichten der Haare, die Empfindung, als wäre die Haut des Gesichts oder andere mit feinen Härchen besetzte Hautstellen von Spinnegeweben umgeben. Andere Symptome, welche noch angegeben werden, wie Vermehrung des Pulsschlages, Zusammenlaufen des Speichels im Munde, Vermehrung der Harnabsonderung, der Menstruation, Drang zum Stuhlgange u. dergl.

sind nach Valentin wahrscheinlich mehr zufällige und dürfen nicht als Wirkungen des elektrischen Bades betrachtet werden.

Für den Organismus und sein Verhalten bleibt es gleichgültig, ob sich ein grösseres Quantum von Elektricität nach und nach in dem Körper angehäuft hat, oder ob er die ganze Menge auf einmal in einem Augenblicke durch einen stark geladenen Conductor erhält. Ebenso bleibt es sich gleich, von welcher Körperstelle aus die Entladung geschieht; nur dass sie aus dünnen und langen Theilen, wie den Fingern und Haaren leichter und reichlicher erfolgt. In allen diesen Beziehungen verhält sich der Organismus durchaus wie jeder andere nicht schlecht leitende Körper (Valentin). Nähert man einem auf einem Isolirschemmel stehenden und mit Elektricität geladenen Menschen einen leitenden Gegenstand, z. B. einen Finger, dann springt der elektrische Strom noch vor dem unmittelbaren Contact auf den letzteren über.

Drittes Hauptstück.

Therapeutische Anwendung der Elektricität.

Allgemeine Betrachtungen.

Es giebt wohl keine therapeutische Methode, welche so viele Vorkenntnisse physikalischer und physiologischer Natur einerseits, diagnostischer Natur andererseits nöthig macht, als die elektrotherapeutische; zugleich keine, bei welcher die Uebertragung physiologischer Kenntnisse auf die praktische Anwendung so schwierig, so unbestimmt und noch so in der Entwickelung begriffen wäre.

Es ist aus diesem Grunde auch kein Wunder, dass nicht allein die praktischen Aerzte, sondern auch manche Elektrotherapeuten viele dieser nothwendigen Vorkenntnisse entbehren und deshalb nicht nur Nichts zur wissenschaftlichen Weiterbildung dieser Methode beitragen, sondern dieselbe durch die unrichtige Anwendung sogar geradezu in Verruf bringen. Wie jedes andere Heilmittel, so heilt auch die Elektricität nur, wenn sie richtig angewendet wird. So wenig wie ein Fieber durch eine zu kleine oder verzettelte Chinin- oder Salicylsäuregabe oder durch ein wenig kaltes Wasser beseitigt wird, ebenso wenig kann, zu wenig oder zu kurz oder am unrechten Orte angewendet, Elektricität eine Lähmung heben. Aber mehr wie bei anderen Mitteln erlauben sich gerade hier die Aerzte nach ihren dilettantischen Versuchen „ein Urtheil zu bilden“ (Benedikt).

Ich habe mich an den verschiedensten Orten überzeugt, dass von den vielen Aerzten, welche die so niedlichen transportablen Apparate von einem Haus in's andere tragen lassen, nur ein geringer Bruchtheil diese Apparate zu behandeln versteht, oder weiss, worauf der Unterschied des primären und secundären Inductionsstromes beruht, welches die physiologischen Wirkungen des galvanischen oder faradischen Stromes auf die verschiedenen Theile des Körpers sind. Es giebt jetzt noch viele Aerzte, welche ihren Kranken, mag die Krankheit sein welche immer, die beiden Elektroden in die Hände geben und sich kindlich freuen über den tonischen Krampf der Hände der erschreckten Leute; Aerzte,

welche Wunder glauben, was sie thun, wenn sie in der Nähe des muthmasslichen Ortes des Leidens einen galvanischen oder faradischen Strom durch die Haut leiten. Da diese Aerzte selbst nicht wissen, in welcher Weise und wie lange sie elektrisiren sollen, und wegen gänzlichen Mangels an Erfahrung selbst kein rechtes Zutrauen zu ihrem Handeln haben, geben sie oft in wenigen Tagen, wenn nicht sogleich eine Wunderheilung eintritt, diese elektrische Behandlung selbst auf, statt durch Consequenz in der Behandlung die elektrische Heilmöglichkeit zu erschöpfen. So kommen viele Kranke, bei denen mittelst der elektrotherapeutischen Heilmethode in der That Heilung zu erzielen wäre, mit der Angabe, sie seien schon elektrisirt, es habe aber Nichts genützt.

Man findet ferner aber auch, dass Kranke elektrisch behandelt werden aus falscher Diagnose, bei denen nie die Elektricität hätte angewendet werden sollen. Ich habe Kranke gesehen, welche in Folge chronischen Schnupfens durch vollständige Zuschwellung der Nasengänge, weil keine Luft mehr an die Olfactoriusausbreitung gehen konnte, den Geruch verloren hatten, die an der Nase von ihren Aerzten elektrisch behandelt wurden, „um den gelähmten Olfactorius wieder erregbar zu machen“; oder welche an Parese der Speiseröhren litten und deshalb keine Flüssigkeiten schlucken konnten, denen ein elektrischer Strom ein halbes Jahr lang durch beide Wangen geleitet wurde, weil die Kranken angaben, hier eine Schwäche zu fühlen; Kranke, welche an Ankylose litten, denen man die Beweglichkeit durch Faradisirung der zu den Gelenken gehenden Muskeln wiedergeben wollte. Auf noch unlauterere Dinge deutet die mir gegebene Antwort eines Arztes auf die Frage, warum er sich einen Inductions- und keinen constanten galvanischen Apparat angeschafft habe: „weil jener mehr rappelt“. Dass man in dieser Weise selbst Wunder wirkende Methoden schliesslich beim Publicum discreditiren müsste, braucht wohl keiner weiteren Ausführung.

Fast noch schlimmer treiben es manche praktische Elektrotherapeuten. Oder was soll man sagen, wenn z. B. ein Solcher in seinem im Jahre 1859 herausgegebenen Werke über Reibungselektricität behauptet, von seiner Reibelektrisirmaschine bessere Heilerfolge gesehen zu haben, wenn dieselbe von einer noch jungfräulichen, namentlich aus dem Gebirge stammenden Magd gedreht würde. Oder von dem dicken Buch eines Anderen (Clemens), in welchem Curen wie folgende vorkommen: Einem vollständig impotenten 56jährigen Manne, der trotzdem jede Nacht bei seiner Beischläferin lag, und sich curiren lassen wollte, weil er sich in eine andere junge Person verliebte, wird der Körper mit einer kräftigen Holtzschen Influenzmaschine von den Genitalien aus positiv in der Weise geladen, dass der zugeleitete elektrische Strom in die Eichel eintritt mittelst einer die ganze Eichel zuckerhutförmig fassenden Zinkelektrode; sodann wird ein constanter Strom durch das Rücken-

mark geleitet, werden Erschütterungen durch Scheibendrehungen gesetzt, elektrische Rheinweinbäder der ganzen Geschlechtstheile in der Weise gegeben, dass die Genitalien in einer mit Rheinwein gefüllten Guttaperchakugel ruhen, welche durch einen Platindraht einen mässigen Inductionsstrom aufnimmt, während der andere Pol als feuchte Platte im Nacken befestigt ist u. s. w. Die nach 7 Wochen wieder eintretende Potenz leitet Clemens nicht von der ebenso lange dauernden vollständigen Enthaltung von jeder geschlechtlichen Berührung, sondern von seinen wirren Manipulationen ab. — Oder folgende Krankengeschichte! Bei einer 30jährigen Ehefrau mit hereditärer Lungenschwindsucht, heftiger Lungenblutung, Nachtschweissen, copiösem, elastische Fasern enthaltenden Auswurf rief Cl. durch seine „einfachen elektrischen Büschel“, durch „seine Jodnadel“ (mit Jodwasser gefüllte Glasröhre mit offener Glasspitze, durch welche der kräftige Strom täglich zehn Minuten lang eingeathmet wird), seiner Veratrininfluenzmaschine (!), durch seine Jodelektroden (!) in kürzester Zeit eine so bedeutende Besserung hervor, dass nur noch wenig Husten, geringer Auswurf ohne jeden Lungendetritus vorhanden war, und er, der Elektrotherapeut selbst, sie zu den gewonnenen Resultaten „beglückwünschte“. Dass sie trotzdem nach Jahresfrist in Folge eines Blutsturzes starb, kam nach Cl. nur daher, dass sie sich grämte, weil ihr Ehegemahl über diese günstige Veränderung keineswegs entzückt war, ihre Nachfolgerin bereits ernannt hatte und ihr Ende sehnlichst herbeiwünschte!

Bei allen Krankengeschichten solcher Elektrotherapeuten muss man sich immer fragen: „Ja wie kommen dieselben denn eigentlich gerade auf diese oder jene Behandlungsmethode?“ Wie Halbgötter appliciren dieselben sogleich ihre Apparate, meist in einer dem Publicum imponirenden Weise, dem einen so, dem anderen anders, stets ohne System und so, dass man das ganze Werk durchlesen kann, ohne zu erfahren, durch welche Vorversuche und Vorerfahrungen sie darauf hingelenkt wurden. Andere Aerzte hatten sich an den Kranken redlich bemüht, ohne Nutzen; der Halbgott mit seinen Zauberapparaten beginnt, und „neues Leben blüht aus den Ruinen“.

Dass durch solche meist romanhafte, bisweilen läppische, mit Vorliebe aber lüstern gehaltene, ganz kritik- und beweislose Krankengeschichten ebenfalls jeder die Wahrheit suchende und nüchterne Arzt von einer Nachfolge nur abgeschreckt werden muss, kann ja auch keinem Zweifel unterliegen.

Es sind daher eigentlich nur wenige Elektrotherapeuten, deren Arbeiten zuverlässig sind und unsere elektrotherapeutischen Kenntnisse bereichern. Wir haben deren Namen zum Theil bereits in der geschichtlichen Einleitung (S. 174 u. 175) genannt; ausser jenen sind hier noch zu erwähnen: Arndt, Benedikt, Bernhardt, Chvostek, Ciniselli, Comegys, Dor, Driver, Fischer, Fürstner, Glax, Grasset, Le Fort,

Lewin, Pierson, Robin, Rothe, Schiel, Schmitz, Servaes, Sigrist, Tscherbatscheff, Väter, Vulpian, Weisflog. Die geringe Zahl von ernsteren Mitarbeitern erklärt es, warum unsere Fortschritte in der eigentlichen Elektrotherapie seit den Zeiten Duchenne's und Remak's so wenig gewachsen sind; allerdings trägt hierzu noch der Umstand bei, dass diese wenigen Beobachter sich auch wieder mehr auf die Elektrodiagnostik und die Elektrophysiologie, als auf die Elektrotherapie in engerem Sinne geworfen haben.

Ueber die Heilwirkungen des elektrischen Stromes.

Es muss hier vor Allem ganz besonders betont werden, dass wir, wie dies bereits in der geschichtlichen Einleitung erwähnt wurde, bis jetzt absolut unwissend sind über die Art und Weise, wie die Heilwirkungen des elektrischen Stromes zu Stande kommen. Auch der kritischeste und nüchternste Beobachter wird durch die Erfahrung belehrt, dass der elektrische Strom ein vorzügliches Heilmittel in einer Reihe von Krankheiten ist. Allein, wie diese Vermittlung zwischen elektrischer Wirkung und Beseitigung von Krankheiten stattfindet, darüber haben wir nur Ahnungen und können wir nur Möglichkeiten aufstellen. Alle Erklärungsversuche, welche von je die Elektrotherapeuten mit Vorliebe aufstellten, sind nur als rein hypothetische zu betrachten, auch wenn dieselben manchmal in ziemlich bestimmter und einleuchtender Form vorgetragen werden. Mit Vorliebe hängt namentlich die gegenwärtige Zeit ihren Erklärungsversuchen einen physiologischen Mantel um, obwohl die physiologischen Wirkungen mindestens gerade so wenig auf ihre eigentlichen Ursachen zurückgeführt werden können, wie die therapeutischen. Oder giebt das vielleicht einen Einblick in die Natur der Vorgänge, wenn man sagt, man benütze zur Heilung von Krankheiten die physiologisch erregende Wirkung des faradischen Stromes, der Kathode der galvanischen Kette, der Kathodenschliessung, der Anodenöffnung, der Volta'schen Alternativen? Oder auf der anderen Seite die beruhigende schmerzstillende Wirkung der Anode; oder die erregbarkeitsändernden physiologischen Wirkungen beider Stromarten, die man auch als erfrischende bezeichnet hat? Wir wissen ebenso wenig, warum diese Ströme alle diese physiologischen Wirkungen auf den normalen Nerven haben, so wenig wie wir wissen, warum ein gelähmter Nerv durch die Ströme wieder erregbar wird, warum ein Nervenschmerz aufhört u. s. w. Wir können nur sagen, dass die Heilwirkungen der elektrischen Ströme wahrscheinlicher- und möglicherweise durch dieselben Grundveränderungen der Nerven- und Muskelsubstanz zu Stande komme, wie deren physiologische Beeinflussung und dass wir daher eine gewisse Berechtigung haben, einen kranken Nerven und einen kranken Muskel zur Erreichung eines bestimmten Zweckes in derselben Weise elektrisch zu beeinflussen, in welcher wir am normalen Nerven denselben Zweck zu

erreichen wissen. Es werden die physiologischerseits gefundenen Thatsachen zwar unsere Führung übernehmen und behalten; aber wir sind noch keineswegs sicher, dass dieselben durch die Erfahrung ihre ungeschmälerte Geltung auch in der Therapie behalten werden. Es zeigt sich jetzt schon (und ich selbst habe darüber die bestimmtesten bewusstesten Versuche und Beobachtungen angestellt), dass wir bei derselben Krankheit mit den physiologisch entgegengesetzten Methoden dennoch dieselben Heilerfolge erzielen können. Ich habe mich bei einer Erkrankung an meinem eigenen Körper, bei einer sehr heftigen Ischias, auf das Bestimmteste überzeugt, dass nicht allein die auf die Schmerzpunkte gesetzte Anode, sondern noch viel schneller und energischer die auf dieselben Stellen gesetzte Kathode und die Volta'schen Alternativen die Schmerzen zu beseitigen im Stande waren. Ich habe bei einer furchtbar schmerzhaften Prosopalgie einer alten Frau mit der Anode des galvanischen Stromes in keiner Weise auch bei consequentester und langdauerndster Behandlung die Schmerzen zu beseitigen vermocht, während dieses der faradische Pinsel in 2 kurzen Sitzungen erreichte. Wenn man die von den zuverlässigeren und gewissenhaften Elektrotherat peuten mitgetheilten Heilungsgeschichten derselben Krankheit aufmerksam durchmustert und dieselben zusammenstellt, so erhäl- man den klaren Eindruck, dass die von den verschiedenen Autoren angewendeten nur auf theoretischer Construction aufgebauten, ganz verschiedenen elektrischen Behandlungsmethoden in fast gleich guter Weise zu demselben guten Ende führten.

Mir ist daher im Laufe und im Fortschritt meiner Erfahrungen immer zwingender der Gedanke gekommen, dass an den Heilwirkungen des elektrischen Stromes gerade die directe Beeinflussung des Nerven und des Muskels, wie sie der Physiologe eigentlich ganz allein studirt, nicht den geringsten Antheil habe, sondern dass es vielmehr hauptsächlich reflectorische Wirkungen durch Beeinflussung der die Nerven nährenden Gefässe u. dergl. seien. Auch haben wir ja gesehen, dass die directe elektrische Beeinflussung des Nerven beim unverletzten Menschen gar nicht so reinlich und scharf geschehen kann, wie die des freiliegenden und aus seiner Umgebung isolirten Nerven des vivisecirten Thieres; wir haben gesehen, dass es gar nicht möglich ist, bei den meisten von dicken Haut- und Muskelschichten bedeckten Nerven einen bestimmten Theil in Katelektrotonus, einen anderen in Anelektrotonus zu versetzen; dass bei der guten Leitungsfähigkeit der umliegenden Gewebe immer hart an einer katelektrotonischen Stelle eine und sogar mehrere anelektrotonische Stellen liegen müssen und umgekehrt. Es wäre auf der anderen Seite, wie ich ausdrücklich hervorhebe, natürlich nicht weniger schlimm, wenn man nun auf einmal alle Heilvorgänge ohne weiteres durch Gefässreflexe u. dgl. erklären wollte. Man käme da einfach aus der Scilla in die Charybdis. Bereits Brenner hat mit Recht darauf

aufmerksam gemacht, dass das unleugbare Vorkommen von elektrischen Reflexwirkungen ebenfalls eine für die Klarheit der elektrodiagnostischen und elektrotherapeutischen Lehre höchst gefährliche Sache ist, da sich bei unserer noch mangelhaften Kenntniss der physiologisch möglichen Bahnen für reflectorische Vorgänge für die Erklärung der verschiedensten unverstandenen Erscheinungen der Reflex als stets bereites bequemes Auskunftsmittel darbietet und die Reflexbrücke nur zu leicht eine Trugbrücke für unsere Unkenntniss werden kann. Es muss daher bei Aufstellung reflectorischer Heilwirkungstheorien nicht weniger kritisch und vorsichtig verfahren werden, als bei Aufstellung directer.

Der Kampf, durch welchen gegenwärtig die Elektrotherapeuten in 2 feindliche Lager getrennt werden, ob eine polare oder ob die Richtungsmethode die vorzüglichere sei, hat meines Erachtens nur deshalb die Hartnäckigkeit gewonnen, weil beide Theile in gleicher Weise Recht und Unrecht haben und man dieselben Heilerfolge so oder so erzielt. Nur möchte das ein Nachtheil der polaren Methode sein, dass sie den Glauben bei den weniger Eingeweihten erwecken könnte, als ob es möglich sei, irgend einen Punkt des Nervensystems immer nur der einen Polwirkung zugänglich zu machen und davon die andere auszuschliessen. M. Meyer meint, der Kampf sei jetzt entschieden, insofern in der Gegenwart die polare Methode von dem weitaus grössten Theil der Elektrotherapeuten angenommen sei. Als ob die Weitverbreitung eines Glaubens ein Beweis für die Richtigkeit des Geglaubten sei! M. Meyer hat lange vor dem er „polar“ behandelte, mit den jetzt verlassenen Methoden nach seinen eigenen Angaben so viele ausgezeichnete Heilerfolge erzielt, dass er doch eigentlich keine Ursache hätte, zu wechseln. Selbst wenn die polare Methode theoretisch unanfechtbar wäre, was sie aber nicht ist, hat doch auch die praktische Erfahrung noch ein Wort mitzusprechen! Aber wie von je, so eilt auch jetzt noch, sobald eine neue Lehre, ein neues Instrument entstanden, die Elektrotherapeutenschaar leichten und treulosen Herzens den neuen Fahnen zu!

Weder der polaren, noch der Richtungsmethode darf gegenwärtig das Recht zugesprochen werden, sich als endgültig wissenschaftlich und praktisch fest begründete Methoden einzuführen. Sie dürfen nur gleichsam als die ersten einigermassen festeren Ausgangspunkte betrachtet werden, von denen aus die elektrotherapeutische Forschung tastend weiter um sich greift. Sie haben daher — darin stimme ich Erb bei — als Forschungsmittel ihre Berechtigung, aber nimmermehr als endgültig feststehende Behandlungsregeln.

Gehen wir von den sogenannten physiologischen Wirkungsarten des elektrischen Stromes, so weit sie direct auf Nerv und Muskel gerichtet sind, zur Betrachtung der indirecten weiteren und der Grundwirkungen über, welche die eigentliche Erklärung der

directen physiologischen Wirkungen abgeben müssten: so kommen wir gar in einen Irrgarten, in welchen nur von Remak einige griechische und lateinische Worte gleichsam als Wegweiser gestellt sind, an welche sich jetzt noch alle Elektrotherapeuten, sobald sie sich auf diesen trügerischen Boden begeben, anklammern, indem sie die Namen so oft wie möglich aussprechen, als wenn sie ein Talisman wären. Diese Ausdrücke heissen: katalytische, elektrolytische, kataphorische, vasomotorische, osmotische, resorptive Wirkungen des elektrischen Stromes.

Remak, der Benutzer und theilweise auch Erfinder dieser Namen, unterscheidet eine directe und eine indirecte katalytische Wirkung des elektrischen Stromes; die erstere, die directe Katalyse, ist nichts anderes, wie die Elektrolyse, wie wir sie im physikalischen (S. 195) und physiologischen (S. 282) Theil des Näheren betrachtet haben, und welche, wie in allen Flüssigkeiten, so auch in den Flüssigkeiten des menschlichen Körpers eine elektrolytische Zerlegung derselben in ihre Ionen, einen Forttransport dieser Ionen und einen Gesammttransport der Körperflüssigkeiten wahrscheinlich zu Stande bringt. Ganz sichere Beweise und namentlich nähere Nachweise der speciellen Vorgänge im lebenden Organismus liegen zwar nicht vor; doch ist auch kein Grund einzusehen, warum sie im lebenden Körper nicht in ähnlicher Weise zu Stande kommen sollten, wie in allen möglichen Flüssigkeiten. Es ist des Weiteren denkbar, dass diese elektrolytischen Vorgänge in den Geweben des Körpers, namentlich der Nerven nnd Muskeln ganz bestimmte Veränderungen setzen, die Erregbarkeit, Leitungsfähigkeit modificiren, die Ernährung umändern; ferner dass sie diejenigen physiologischen Zustände zu Stande bringen, die wir mit den Namen An- und Katelektrotonus bezeichnen. Aber wir kennen eben diesen Zusammenhang zwischen physiologischer und Grundwirkung nicht einmal annähernd, und es ist daher der Ausdruck directe Katalyse für unser Verständniss der Krankheitsheilung wenig fördernd.

Unter dem Namen „indirecte Katalyse“ fasst Remak diejenigen Wirkungen zusammen, welche der elektrische Strom durch die Vermittelung des N. sympathicus und anderer vasomotorischer Nerven, also hauptsächlich durch Umänderung der Grösse der Durchblutung in dem Gesammtkörper und namentlich im Nerven- und Muskelsystem, also, um mit Remak zu reden, durch vasomotorische und trophische Einflüsse erzielt. Der Sympathicus, mit seiner damals noch viel geheimnissvolleren und ganz eigenartigen Stellung im Nervensystem, kam für derartige Wortaufstellungen auf das Aeusserste gelegen, und es hat deshalb durch Remak und seine Nachfolger die „Galvanisation des Halssympathicus“ eine der Katalyse fast gleiche Bedeutung gewonnen. Es war so bequem, alle auf physiologischem Wege unerklärbaren Heilwirkungen, die Heilung von Rheumatismen, Drüsentumoren, Exsudationen u. s. w.

auf die lösenden, zertheilenden und ableitenden Wirkungen der „Katalyse“ und der noch viel mystischeren „Galvanisation des Sympathicus“ zurückzuführen. Aber wie weit in dieser Richtung unsere wirkliche Einsicht reicht, darüber sind wir jetzt schon ziemlich klar geworden durch die im physiologischen Theil (S. 324) vorgeführten nüchternen Untersuchungen Fischer's über die bei Elektrisirung des Sympathicus nachweisbaren Wirkungen. Ich ziehe daher vor, auch im therapeutischen Theil diese bis jetzt in allen Elektrotherapien bis zum Ueberdruss auf jeder Seite wiederholten Wörter ganz und gar fallen zu lassen und nur anzugeben, ob und durch welche Applicationsmethoden die aufgezählten Krankheiten von den zuverlässigsten Beobachtern elektrisch geheilt worden sind, und fasse hier nur das Ergebniss unserer Betrachtungen in dem Satze zusammen: Alle elektrischen Heilwirkungen sind möglicher-, ja sogar wahrscheinlicherweise bedingt durch elektrolytische Veränderungen der Körperflüssigkeiten im Gewebe, durch directe und reflectorische Beeinflussung des gesammten, sowie des Blut- und Lymphkreislaufs der einzelnen Körperprovinzen: aber in keinem einzigen Fall kennen wir diese Vorgänge auch nur annähernd.

Elektrotherapeutische Behandlungsmethoden.

Es könnte Manchem nach dem oben Vorgebrachten scheinen, als ob elektrische Behandlungsmethoden überhaupt gegenwärtig noch nicht aufstellbar seien. Allein eine solche Meinung wäre eine durchaus unrichtige. Denn so weit sind wir schon gelangt, dass wir bereits eine grosse Menge von alten und neuen elektrischen Behandlungsmethoden als unzweckmässig oder als Spielerei oder als noch Schlimmeres zurückweisen können; ferner, um zu wissen, welche Apparate die zweckmässigsten sind, und welche Apparate neben der intensivsten Wirkung die grösste Handlichkeit darbieten. In Bezug auf die Apparate und in Bezug auf die beste Anwendungsmethode derselben, darüber besteht unter den wissenschaftlichen Elektrotherapeuten keine Meinungsverschiedenheit mehr, und hierüber kann man die bestimmtesten und besten Vorschriften geben. Streitig ist nur, in welcher Richtung im menschlichen Organismus die Ströme zu leiten, wo und welche Elektroden an der oder jener Stelle aufzusetzen sind, wie lange ein Strom durch die kranken Theile zu leiten ist; ob stark oder schwach, ob stabil oder labil u. s. w., und selbst in dieser Beziehung hin und wieder kann man jetzt auch schon eine Reihe leitender Gesichtspunkte aufstellen. Es ist, um bildlich zu reden, der Berg noch nicht ganz erstiegen, aber man ist doch bereits auf eine gewisse Höhe gelangt; und es wäre thöricht, wenn man immer wieder von ganz unten

aus aufbrechen oder nicht die Erfahrungen und den grösseren Weitblick der bereits früher Hinaufgestiegenen sich zu Nutzen machen wollte.

Was die Wahl der Apparate anbetrifft, so müssen wir hier von vornherein mit Brenner betonen, dass man mit jeder noch so verschiedenen Säule, Kette oder Batterie dieselben guten Wirkungen erzielen kann, wenn man nur von denselben gleich starke Ströme erhält. Es kommen deshalb für den praktischen Arzt nicht die Art der Elemente, nicht einmal recht die Constanz derselben in Betracht, sondern nur praktische und handliche Anordnung derselben. Ich habe im physikalisch-propaedeutischen Theil (S. 219 und S. 237) die dem praktischen Arzte und auch dem Elektrotherapeuten am meisten entsprechenden constanten galvanischen, sowie Inductionsapparate eingehend zu schildern versucht und glaube, dass mit den dort gegebenen Regeln jeder auch physikalisch wenig unterrichtete Arzt die betreffenden Apparate anzuwenden und in gutem Stande zu erhalten vermag.

Was die Leitungsvorrichtungen anlangt, so ist bei den von mir angegebenen Apparaten für grosse Solidität, Dauerhaftigkeit und gute Verbindung schon gesorgt. Ich habe einige der geschilderten Apparate Jahre lang im Gebrauch und nie auch nur kleine Reparaturen nöthig gehabt. Man kann wirklich sagen, dass eigentlich nur gänzliche Unkenntniss und schlechte Handhabung dieselben zu ruiniren vermögen.

Die Leitungsschnüre sind meist, um sie gut biegsam zu haben, aus zusammengeflochtenen feinen Metalldrähten zusammengesetzt und müssen in ihrer ganzen Länge mit einer isolirenden Substanz eines trockenen Gewebes, z. B. eines Kautschukschlauches, überzogen sein, damit nicht vor der Zeit ein Ueberspringen des Stromes in ungewollte Richtung stattfinden könne. Die beste Verbindung dieser Leitungsschnüre mit dem elektrischen Apparat einer-, mit den Elektroden andererseits wird durch gute Metallschrauben hergestellt.

Um den Strom beliebig allmälig oder plötzlich stärken oder schwächen zu können, hat man meistens schon an den Apparaten selbst angebrachte oder (wie bei den transportablen Apparaten) eigens anzuschaffende Elementenzähler (S. 213) und metallene oder Flüssigkeitsrheostate (S. 213—215) nothwendig. Durch geeignete und leicht einsichtige Benutzung derselben kann man den elektrischen Strom in fast unmerklicher Weise verstärken oder schwächen, ihn, wie man sagt, in den Organismus ein- oder ausschleichen, was bei sehr empfindlichen Personen und bei Galvanisation einiger höherer Sinnesnerven, z. B. des Opticus und Acusticus, oder des Gehirns u. s. w., sowie bei sehr nervösen Personen unumgänglich nothwendig ist.

Nicht in allen, aber doch in manchen Fällen, namentlich in elektro-diagnostischer Hinsicht ist ein in den Strom eingeschalteter

Galvanometer nothwendig. Die bei den meisten transportablen Apparaten mitverbundenen Galvanometer haben aber nur den einen Zweck, dem behandelnden Arzte sogleich anzuzeigen, wenn etwa durch eine Störung der Strom im Stromkreis zu fliessen aufhört; zu Messungen der Stromstärke sind sie gänzlich unbrauchbar; dafür eignet sich am meisten der S. 242 beschriebene Erb'sche Galvanometer.

Ein Mangel an vielen transportablen galvanischen Apparaten ist das Fehlen einer Vorrichtung zum leichten Oeffnen und Schliessen des Stromes, so dass man gezwungen wäre, in ziemlich roher Weise durch Abheben der die Elemente verbindenden Drähte den Strom zu öffnen und durch erneutes Einstecken zu schliessen. Doch kann man diesem Missstand leicht abhelfen durch Benützung einer M. Meyer'schen Elektrodenhandhabe (S. 216), an welcher eine Vorrichtung das Oeffnen und Schliessen des Stromes noch im metallenen Kreise in höchst einfacher Weise gestattet.

Zweckmässige Stromwechsler oder Commutatoren (S. 216), die zu einer einfachen und leichten Hervorrufung Volta'scher Alternativen unumgänglich nothwendig sind, stehen gegenwärtig mit allen oben angegebenen galvanischen Apparaten in fester Verbindung; doch hat man jetzt auch solche Vorrichtungen in viel bequemerer Weise an den Elektroden angebracht (Stromwendelektroden S. 217).

Als Elektroden (vergl. S. 218 ff.), mittelst deren der Strom aus den Leitungsschnüren in den menschlichen Körper übergeleitet wird, bedient man sich in den meisten Fällen grosser knopf- oder plattenförmiger, 3—9 Ctm. im Durchmesser habender, mit feinem Badeschwamm, Zündschwamm oder Flanell überzogener Metallplatten, welche an bequemen Holzgriffen in verschiedener Weise befestigt sind. Wenn der Strom auf solchen breiten Wegen in den Körper eintritt, so tritt er natürlich an jedem einzelnen Punkt mit geringerer Dichte ein, erregt also weniger Hautschmerz und kommt dann dennoch mit grosser Kraft in die Tiefe. Man hat also hier bei sehr grosser Kraft geringere Unannehmlichkeiten und wendet deshalb diese Elektroden in den meisten Fällen und namentlich da an, wo man eine starke elektrische Kraftentfaltung in grösserer Tiefe wünscht; andere dagegen nur ausnahmsweise, nämlich sehr kleine knopf- oder lanzenförmige, wenn man die elektrische Wirkung auf ganz kleine oberflächliche Nerven und Muskeln localisiren will; katheterförmig, wenn man den elektrischen Strom in Canäle und Hohlräume einführen muss; und aus Metallfäden bestehende elektrische Pinsel, wenn man starke Reizwirkungen auf der Haut (elektrische Moxen) und von dieser aus Reflexe durch das Centralnervensystem hindurch hervorzurufen beabsichtigt. Unpolarisirbare Elektroden (vergl. S. 211) würden in den meisten Fällen den Vorzug verdienen, wenn die Umständlichkeit ihrer Herrichtung deren praktischer Einführung bis

jetzt nicht zu hinderlich gewesen wäre. Ich wenigstens kenne keinen Elektrotherapeuten oder Arzt, der dieselben gegenwärtig anwendet, habe mir selbst aber bei sehr empfindlichen Personen grossen Dank durch ihre Anwendung verdient.

An den hölzernen Handhaben der Elektroden sind zweckmässiger Weise sehr häufig Hämmerchen zur bequemen Oeffnung und Schliessung des Stromes, die sogenannten Unterbrecher (vergl. S. 216) angebracht; denn die Oeffnung und Schliessung des Stromes hat immer am besten im metallenen Stromkreis zu geschehen. Würde man die Oeffnung und Schliessung des Stromes etwa durch ganze Abhebung der Elektroden von der Haut und Aufsetzen bewirken wollen, so gäbe dies namentlich in der Elektrodiagnostik Anlass zu sehr vielen Fehlerquellen. Ferner beginnt, wie jetzt bereits mehrmals angegeben wurde, die neuere Zeit auch mit der Construction von Stromwendvorrichtungen in den Handhaben selbst (S. 217).

Die Elektrodenkappen befeuchtet man am zweckmässigsten mit warmem Salzwasser; alle paar Wochen ist das aus Flanell oder Schwamm bestehende Material derselben zu erneuern; ebenso müssen auch die auf den Metallplatten derselben sich bildenden Oxydschichten alle paar Wochen hinweggeputzt werden.

Damit auch die polarisirbaren Elektroden nicht zu heftige Hautschmerzen erregen, wenn dieselben nicht eigens gewünscht werden, hat man dafür zu sorgen, dass der Strom nur allmälig in grösserer Stärke einbricht, dass die Elektroden ruhig an derselben Stelle sitzen bleiben, dass immer eine ruhige Durchströmung eintritt. Je ruhiger man die Elektroden auf die Haut aufdrückt und je kräftiger man die Haut comprimirt, um so geringer sind die Schmerzen. Werden, wie dieses bei starken galvanischen Strömen leider Gottes sehr häufig und schnell geschieht, die brennenden Hautschmerzen so unleidlich, dass der Kranke die Fortsetzung der Behandlung verweigert — es sind immer die negativen Elektroden, deren Schmerzerregung am heftigsten ist —, dann muss man eben die Elektroden an einem benachbarten Platz aufsetzen. Nach jeder Sitzung lasse ich die betreffenden entzündeten Hautstellen immer mit Glycerin einstreichen, um eine raschere Heilung zu bewirken.

Es muss sehr angerathen werden, dass jeder Arzt, bevor er zur elektrischen Behandlung an Kranken übergeht, an seinem eigenen Körper erst alle Vorversuche gemacht hat und auf diese Weise den klarsten Einblick in die Schmerzen und Wirkungen der verschiedenen Stromstärken gewinnt; auch sollte jeder Arzt in jedem einzelnen Falle die Stromstärken, die er anwenden will, zuerst an sich selbst prüfen.

Ort der Elektrisirung. Hinsichtlich der Frage, an welchem Körpertheil elektrisirt werden soll, herrscht ebenfalls eine allgemeine Uebereinstimmung, nämlich, dass man möglichst **am Ort der Krankheit elektrisiren** soll, also bei central bedingten Krankheiten

an den Centren, bei peripheren an der Peripherie. Natürlich ist die erste Voraussetzung genaueste Körperuntersuchung und schärfste Diagnose. Allerdings hat man von obigem Gesetz zu allen Zeiten mannigfache Ausnahmen gemacht, wo man glaubte, auf reflectorischem Wege Heilvorgänge einleiten zu können.

Polare oder Stromrichtungsmethode? Ich habe im physiologischen Theile (S. 300—307) ausführlich darzulegen versucht, dass im intacten menschlichen Körper weder die polare, noch die Richtungsmethode eine sichere Localisation der verschiedenen Polwirkungen auf irgend einen tiefer liegenden Nerven oder Muskelpunkt ermöglicht und dass es daher gleichgültig ist, welcher von beiden man in der Praxis huldigt. Ich habe ferner oben in der Einleitung zum elektrotherapeutischen Theil (S. 384) darauf aufmerksam gemacht, dass auch die therapeutischen Effecte der einzelnen Pole oder der Stromrichtung noch weit davon entfernt sind, dass man sie sicher voraussagen könnte; ja, dass man mit den verschiedensten dieser Methoden denselben therapeutischen Effect erreichen kann. Alle Angaben der Elektrotherapeuten tragen den Stempel der Willkürlichkeit ganz offenkundig an die Stirne geschrieben und sind von den Späterkommenden deutlich oft nur erfunden, um sich in irgend einem Punkt von den Angaben der Vorgänger zu unterscheiden. Der ungemeine Mangel an Productivität in der Elektrotherapie wird dadurch zuzudecken gesucht, dass man mit tiefsinniger Miene den positiven Pol bald an diese, bald an jene Stelle commandirt, dass man die Elektroden hin und her schieben, den Strom öffnen und schliessen und wenden lässt, wenn man nur irgend wie von weit her diese Angaben in ein physiologisches Schema zu bringen vermag. Es sind diese Specialistenkunststücke übrigens jetzt schon so abgebraucht, dass man endlich einmal wirklich anfangen darf, diese verschiedenen Angaben auf ihren wahren Werth, nämlich nur autoritativen zurückzuführen und klar auszusprechen, dass alle diese Angaben nur durch die mehr oder weniger gut klingenden Namen ihrer Verkünder, aber nicht durch Gründe gedeckt sind. Alle elektrotherapeutischen Fortschritte, die bis jetzt gemacht worden sind, sind nur auf roh empirisch-klinischem Boden erwachsen.

Hauptmethoden. Wenn man die „rationellen“ Hauptmeinungen über die anzuwendenden Galvanisirungsmethoden in den verschiedenen hauptsächlichen Krankheitszuständen ohne jedes Vorurtheil neben einander stellt, kommt man zu folgendem Ergebniss:

Wenn man mehr erregende Heilwirkungen haben will, so soll man auf den Platz, wo die Erregung stattfinden soll, den negativen Pol aufsetzen und den Strom häufig unterbrechen oder wenden lassen; namentlich die Schliessung an der Kathode und die Volta'sche Alternative rufe die stärkste Erregungswirkung her-

vor. Auch kann man Reizwirkungen erzielen durch eine labile Behandlungsmethode, nämlich durch Hin- und Herstreichen der Elektroden auf der Hautoberfläche über den zu erregenden Theil und die in Folge dessen stattfindende fortwährende Schwankung der Stromstärke in denselben. — Ebenso dient der faradische Strom hauptsächlich zu Erregungswirkungen.

Zur Hervorrufung einer beruhigenden, schmerzstillenden Wirkung empfiehlt man vorzüglich die Anode und die Durchleitung eines stabilen, mässig starken Stromes, ferner die Anwendung eines absteigenden Stromes, nämlich die Aufsetzung der Anode möglichst nahe dem Centrum, z. B. an die Wirbelsäule oder an die betreffenden Nervenwurzeln, der Kathode auf die schmerzhaften Stellen.

Dass man auch durch sehr heftige faradische Ströme und faradische Pinselungen öfters schmerzstillend wirken könne, habe ich oben bereits angegeben.

Flüssigkeitsaufsaugende, resorbirende, geschwulstvertheilende Wirkungen soll man erzielen durch den galvanischen Strom, doch lässt man es hier unentschieden, ob hier Unterschiede in Pol- und Richtungswirkungen bestehen.

Entzündungswidrige Wirkungen sollen hauptsächlich dem positiven Pol zukommen.

Diese Methoden beruhen alle auf einer soliden physiologischen Grundlage; und doch rufen, wie man deutlich sieht, die physiologisch entgegengesetztesten Methoden dieselbe therapeutische Wirkung bei denselben Krankheitszuständen, oder ein und dieselbe physiologische Methode bei entgegengesetzten Krankheitszuständen Heilung hervor.

Was andere, nicht auf physiologischer Grundlage aufgebaute Behandlungsmethoden anlangt, so stehen dieselben gleich gar ganz unvermittelt mit Theorie und Praxis da und sind vorläufig als willkürlich erfundene und in die Welt hinausgeworfene, eines jeden Beweises und einer jeden Begründung für ihre Aufstellung entbehrende Behauptungen zu betrachten. Dahin gehört die Empfehlung von Ciniselli oder von Le Fort sehr schwacher (von 1 Element stammender), aber continuirlich Tage lang angewendeter Ströme; ferner die sogenannte centrale Galvanisation von Beard, nach welcher eine sehr grosse Kathode auf die Magengrube und die Anode abwechselnd und labil an verschiedene Körpertheile, nämlich zuerst einige Minuten lang an die Stirn, ebenso lange an den Scheitel, 1—5 Minuten an jeden Halssympathicus und etwa ebenso lange an den Nacken und längs der Wirbelsäule aufgesetzt werden soll. Eben dahin gehört die sogenannte allgemeine Galvanisation von Beard und Rockwell bei constitutionellen Erkrankungen, wobei eine kupferne Kathode an die Füsse, die Anode aber entweder als menschliche Hand oder als Schwammelektrode über alle Theile des Körpers mit namentlicher Inanspruchnahme des Sympathicus bis zur Dauer von $^3/_4$ Stunden herum-

geführt werden soll. Ferner ist unter dieser Kategorie anzuführen das faradische Bad; bei diesem sitzt der Kranke in einer einfachen, mit lauwarmem Wasser gefüllten Badewanne; der benutzte Strom ist der Extracurrent einer primären Inductionsspirale, welcher mittelst zweier Kohlenelektroden am Kopf- und Fussende des Bades in das Wasser eingeführt wird und dieses, sowie den menschlichen Körper durchfliesst. — Wir nähern uns mit solchen gegenwärtig noch haltlosen Methoden allmälig der Gegend, wo die Wissenschaft aufhört und das Reich der Phantasie beginnt. Möglich ist es, dass die Phantasie vorahnend manche Fortschritte bedingt; allein immer wird es Aufgabe der Wissenschaft bleiben, unter diesen nur geahnten Dingen den Weizen von der Spreu zu sichten.

Die Reib- und Influenzelektricität wird meines Wissens in der Gegenwart von rationellen Elektrotherapeuten nicht mehr angewendet; aus deren vorliegenden physiologischen Wirkungen lässt sich auch in der That nicht einsehen, welchen Vortheil sie gegen den galvanischen und faradischen Strom haben soll. Auch die praktischen Mittheilungen von Clemens und dessen Wunderheilungen schrecken eher ab, als dass sie Nachfolger anzögen.

Es lassen sich also für die therapeutische Anwendungsweise des elektrischen Stromes hinsichtlich seiner Richtung u. s. w. keine allgemeinen Regeln angeben, weshalb ich es für das Zweckmässigste gefunden habe, im speciellen Theil mich jeglichen Theoretisirens zu enthalten und bei jeder Hauptkrankheitsgruppe diejenigen elektrischen Behandlungsweisen anzugeben, mittelst deren notorisch zuverlässige Beobachter dieselben bis jetzt zur Heilung gebracht haben. Es ist dieses ein praktischer und bei dem jetzigen Standpunkte unserer Erfahrungen allein möglicher Weg. Ich habe nicht immer bei jeder empfohlenen Methode den Namen des ersten Urhebers genannt; denn einmal würden immer wieder dieselben wenigen Namen wiederkehren, wie sie auf S. 174, 175 und 381 von mir bereits aufgezählt wurden; sodann kann ja die Aufstellung einer elektrischen Methode nicht als besondere Leistung betrachtet werden, da sich dieselben Methoden immer bei jeder einzelnen Krankheit wiederholen und keine langen Versuche, Proben und keine Kunstgeschicklichkeit erheischen.

Nur so viel kann man im Allgemeinen schon sagen, dass in der weitaus grössten Zahl von Krankheiten der galvanische Strom allein zur Heilung ausreicht und dass der faradische Strom in einer bedeutend geringeren Zahl von Fällen indicirt und selbst in diesen wenigen Fällen durch den galvanischen Strom zu ersetzen ist.

Ferner möchte ich als allgemeine Regel aufstellen, dass man die einmal, sei es aus theoretischen, sei es aus empirischen Gründen gewählte elektrische Behandlungsmethode nicht gleich wieder mit einer anderen vertauscht, wenn man nicht sogleich Erfolge sieht, sondern ein und derselben Methode wochen- ja monatelang treu bleiben soll. Erst, wenn der Kranke ungeduldig wird, oder man

selbst an einer Wirkung zweifelhaft zu werden beginnt, sollte man zu der bis dahin innegehaltenen Methode eine neue hinzunehmen; nicht die erstere ganz aufgeben, sondern nur die Sitzungszeit in die zwei Methoden theilen; erstere soll man dann erst lassen, wenn man wahrnimmt, dass mit der Einführung der neuen Methode in der That die Besserung auffallend raschere Fortschritte macht. Aerzte mit grossem Beobachtungsmaterial sollten, wo möglich, bei denselben Krankheitsgruppen jahrelang die gleiche Methode beibehalten und möglichst viele Kranke mit derselben behandeln, um ein verlässigeres Urtheil über den grösseren oder geringeren Werth der Methode zu gewinnen. Das fortwährende blinde Umhertappen und planlose Wechseln der Methode darf nur Sache eines Pfuschers sein und ist eines wissenschaftlichen Arztes unwürdig.

In Bezug auf die Dauer der elektrischen Behandlung kann nur die Reaction des Kranken Aufschluss geben. Bei den meisten chronischen Kranken setze ich die Cur $^1/_4$ Jahr lang in täglichen Sitzungen ununterbrochen fort, wenn der Kranke die Sache gut verträgt und wenn nicht in Folge der fortwährenden Elektrisirung allgemeine Nervosität, Kopfweh u. dergl. eintritt. Dann lasse ich gewöhnlich 1—2 Wochen gänzlich aussetzen, um von Neuem wieder zu beginnen. Die Dauer der Sitzung sollte nie zu kurz sein, im Durchschnitt 5—10 Minuten wenigstens andauern; ein namhafter Theil der Misserfolge ist meiner Erfahrung nach auf Rechnung davon zu setzen, dass die Sitzungen zu kurz währen, einerseits weil sie den Arzt langweilen und andererseits, weil der empfindliche Patient um Beendigung derselben bittet.

Die Stromstärke soll in den meisten Fällen nur eine mässige schmerzlose sein; nur, wo es sich um ungemein hartnäckige chronische, allen möglichen Methoden trotzende Neuralgien oder um hysterische Zustände handelt, sind sehr starke Ströme nicht nur gerechtfertigt, sondern auch die einzig helfenden.

Kaum erwähnt zu werden braucht, dass elektrische Behandlung anderweitige Behandlungsmethoden nicht nur nicht überflüssig macht, sondern sogar erheischt und sehr gut erlaubt.

Specieller Theil.

Aus dem allgemeinen Theil schon wird es klar geworden sein, dass ich nicht gedenke, ein Lobredner des elektrischen Stromes zu sein, sondern dass ich seine Heilwirkungen nüchtern und kritisch zu prüfen gedenke. Jedoch kann ich jetzt schon sagen, dass meinem durch lange Erfahrung gewonnenen Standpunkte nach die Elektricität auch eine strenge Kritik vertragen kann; denn sie zeigt sich auch im scharfen Lichte dieser als eine sehr wirksame

und nach manchen Richtungen heilkräftige Methode und kann in der That in die erste Reihe unserer Heilmethoden hinsichtlich ihres Werthes eingesetzt werden. Beschneidung der zu üppig gewordenen phantastisch-therapeutischen Behauptungen wird nur dazu beitragen, ihren Werth noch besser erkennen zu lassen.

I. Krankheitszustände des Nervensystems.

Gehirnkrankheiten.[1])

Man behandelt dieselben 1) mittelst Quer- und Längsdurchströmung des Schädels. Man setzt die Elektroden am zweckmässigsten auf die Schläfegegend oder auf die Warzenfortsätze oder auf die Hinterhauptsnackengegend auf; es sind an diesen Stellen einmal die Epidermis feiner und die Haare fehlend; sodann erleichtern daselbst auch grössere Gefässbahnen das Eindringen des Stromes (v. Ziemssen). Durch das Foramen mastoideum geht die Art. meningea postica in das Innere des Schädels hinein und eine grössere den queren Blutleiter mit den Venae auriculares posteriores in Verbindung setzende Vene heraus; in dem Nacken vermittelt eine durch das Foramen condyloideum posticum verlaufende Vene eine Verbindung zwischen dem Sinus transversus und der Vena cervicalis profunda. 2) Aufsetzen des einen Pols auf das obere Halsganglion des Sympathicus und des anderen auf die entgegengesetzte Schädelseite, die dortige Schläfegegend oder den Warzenfortsatz, und 3) mittelst Durchströmung der gelähmten Nerven und Muskeln. Es dürfen aber bei ersteren beiden Applicationsmethoden nur sehr schwache galvanische (nicht faradische) Ströme höchstens 1—3 Minuten lang ohne Schwankung, also ein- und ausschleichend und stabil, angewendet werden. Unterbrechungen sind verpönt. Für die Behandlung der peripheren Lähmungen kann man sowohl den galvanischen, wie den faradischen Strom anwenden; für die centrale Behandlung wird letzterer nie angewendet.

Hauptgegenstand der Behandlung sind die im Gefolge von Apoplexie, Embolie u. dergl. eintretenden cerebralen Hemiplegien und zwar meist schon sehr frühe, 8 Tage nach dem Anfall. Nüchterne Beobachter, wie Erb, Nothnagel und Andere glauben, nicht nur bei frischen, sondern sogar bei älteren Fällen, wo schon Contractionen bestanden, dadurch wesentliche und schnellere Besserung erzielt zu haben; vollständige Heilung ist selbstverständlich nicht möglich, da die zerstörten Hirntheile nicht mehr reparirt, höchstens das Exsudat resorbirt werden kann. Aber auch die schnellere Besserung ist in den meisten Fällen nur Muthmassung; es kann wenigstens keine Probe darauf angestellt werden.

---

[1]) Ueber die physiologisch-elektrische Beeinflussung des Gehirns siehe S. 350.

Die Bulbärparalyse, bei welcher Erb in manchen Fällen auch günstige Erfolge erzielt hat, wird mittelst Querdurchströmung von einem Warzenfortsatze zum anderen behandelt. Auch galvanisirt oder faradisirt man die gelähmten Mund-, Schlund- und Zungenmuskeln.

Schwere Hyperämien des Gehirns und seiner Häute glaubt Rumpf neuerdings mit ausgezeichnetem Erfolg durch Faradisation der Körperhaut, z. B. des Rücken, also reflectorisch durch Beeinflussung des Gefässtonus im Gehirne behandelt zu haben.

Einzelne leichte Gehirnsymptome, wie Schlaflosigkeit, Kopfweh, Schwindel hat man in manchen Fällen einer centralen galvanischen Behandlung (Querdurchströmung durch die Warzenfortsätze) schnell weichen sehen, in anderen Fällen nicht.

Geisteskrankheiten. Hinsichtlich der elektrischen Behandlung der Geisteskrankheiten sind in Deutschland eigentlich nur einleitende Versuche von Benedikt und Arndt gemacht worden. Ersterer glaubt sowohl von allgemeiner Faradisation, wie von Galvanisation längs der Wirbelsäule Erfolge, wenn auch nur vorübergehende, gesehen zu haben bei Melancholia passiva, attonita, cum stupore. Selbst bei Dementia paralytica schwänden öfters manche Symptome für einige Zeit, z. B. die spinalen Störungen der Gehfähigkeit, Schlingbeschwerden, leichte alalische Störungen. Nach Arndt ist der elektrische Strom ohne jeden Nutzen bei allen psychischen Erkrankungen, welche auf gröberen organischen Veränderungen beruhen; dagegen sind heilbar die in vorübergehenden anomalen Ernährungsvorgängen beruhenden. Am besten wirkt die Anode auf das Centralnervensystem ein; der Strom darf eben nicht zu schwach sein und nicht zu kurz andauern (10—30 Minuten). Secundäre Zustände, Lähmungen hat man ohne jeden, Hallucinationen mit sehr gemischten Erfolgen elektrisch behandelt. Die eigentlichen Gehirnveränderungen, die Grundlage der Geistesstörung, sind wahrscheinlich keiner Behandlung zugängig. Rieger hat gefunden, dass Hypnotische, die durch alle möglichen schmerzhaften Einwirkungen nicht aus ihrem hypnotischen Zustande zu erwecken waren, bei Durchleitung galvanischer und faradischer Ströme durch den Schädel sogleich aufwachten und in ihren normalen Zustand zurückgelangten.

Rückenmarkskrankheiten.[1])

Man weiss noch gar nichts Gewisses über die Pol- und Stromrichtungswirkung auf pathologische Zustände des Rückenmarks. Nach den Einen ist für die Herabsetzung gesteigerter Reflexerreg-

---

[1]) Ueber die physiologische Beeinflussung des Rückenmarks durch die Elektricität siehe S. 361.

barkeit die Stromrichtung gleichgültig (Ranke, Baerwinkel), nach Anderen (Onimus) wirkt nur der absteigende Strom herabsetzend, der aufsteigende dagegen steigernd auf die Reflexe; nach Brenner vermehrt der absteigende Strom die Kraft der von den Rückenmarksnerven innervirten unteren Extremitäten. Nach Einigen wirkt die Anode auch auf Rückenmarkszustände schmerzstillend und reizherabsetzend und wäre demnach in frischen Fällen und bei in den Vordergrund tretenden Reizerscheinungen anzuwenden; die Kathode erregend und soll bei chronischen torpiden Krankheiten angewendet werden. Andere hinwider haben in dieser Richtung nichts Sicheres gefunden.

So sind auch alle Methoden für Rückenmarksgalvanisation aus theoretischen Vorversuchen heraus construirt und jeder Elektrotherapeut empfiehlt eine andere. Nur darin sind Alle einig, dass man für das Rückenmark blos galvanische Ströme und nur sehr grosse Elektroden (10 Ctm. lang, 5 Ctm. breit) wählen müsse. Ferner scheint die Empfehlung R. Remak's und M. Meyer's auf einer guten Grundlage zu ruhen, nämlich den wirksamen Pol immer auf die kranke Stelle zu setzen, bei allgemeiner Längserkrankung des Rückenmarks denselben allmälig über das ganze Rückenmark hinwandern zu lassen, den indifferenten Pol dagegen entweder auch am Rücken oder vorn auf die Brust oder auf verschiedene Körperstellen je nach dem Hauptort des peripheren Leidens zu setzen. Denn man darf als gewiss annehmen, dass nur diejenigen Theile des Rückenmarks von wirksamen Stromdichten getroffen werden, welche genau unter den Elektroden liegen; einfache Längsdurchströmung dürfte nicht für die Behandlung der in der Mitte liegenden Abschnitte genügen. Benedict unterscheidet demnach Rückenmarks-, Wurzel-, Plexus-, Nerven-, Muskelströme; Remak, Flies, Erb ferner empfehlen, die Kathode an den Sympathicus, die Anode auf das Rückenmark zu setzen und über dieses hin allmälig zu verschieben. E. Remak hofft nichts von der Stromrichtung und glaubt, eine möglichst stabile Behandlung, mittelstarken Strom, grosse Elektroden, Vermeidung von Unterbrechungen und eine Dauer von längstens 5 Minuten am meisten empfehlen zu müssen; für eine beruhigende Behandlung sei allerdings die Behandlung mit der Anode, also der absteigende Strom am besten.

Es empfiehlt sich demnach am meisten directe galvanische Behandlung mit erst noch genauer zu erforschender Stromrichtung und Polwahl. Dauer jeder Sitzung bis 5 Minuten täglich oder mehrmals in der Woche. Nach einem Monat immer eine mehrwöchentliche Pause, in welcher hydropathische Proceduren (vergleiche diese) fortzusetzen sind.

In der gleichzeitigen Empfehlung der localen faradischen Behandlung an den in Folge der Rückenmarkserkrankung gelähmten Körper- und Extremitätenmuskeln oder an anaesthetischen Hautstellen (durch Application der Elektroden auf die Muskel-

nerven oder direct auf die Muskeln und auf die anaesthetische Hautstelle) herrscht wieder Einigkeit. Auch vermuthen Manche von einer sensiblen faradischen Erregung der Haut eine günstige reflectorische Beeinflussung der Circulation und Ernährung im Rückenmark; Rumpf hat neuerdings günstige Ergebnisse bei einer solchen Behandlung bei Myelitis transversa (mit Neuritis optica) gehabt.

Angewendet und empfohlen wurde bis jetzt die galvanische Behandlung bei Tabes, chronischen myelitischen und meningitischen Processen, spinaler Kinderlähmung, Rückenmarkswunden und deren Folgen, spastischer Spinalparalyse, Chorea und Paralysis agitans. Meine Erfahrungen erstrecken sich auf Tabes und chronische Myelitis, wo ich sie mit glänzendem Erfolg, sowie auf Chorea, spastische Spinalparalyse und Paralysis agitans, wo ich sie Jahre lang consequent bei denselben Fällen ohne jeden Nutzen angewendet habe. Bei Chorea habe ich dagegen vom Arsenik schnellste Heilung, bei der spastischen Spinalparalyse von Gold und Morphin bedeutende Erleichterung der quälenden Symptome, aber keine Heilung gesehen.

Bei manchen der oben aufgezählten besser- und heilbaren Krankheiten ist grosse Ausdauer in der galvanischen Behandlung nöthig; bei spinaler Kinderlähmung muss dieselbe oft Jahre lang fortgesetzt werden. Bei sehr alten und eingewurzelten obigen Leiden kann man vornherein sagen, dass die hochgradigen Zerstörungen und Degenerationsprocesse im Rückenmark kein Mittel der Welt, auch nicht die Elektricität zu repariren vermag.

Allgemeine Neurosen.

Bei Hysterie, Hypochondrie, Neurasthenie, bei geistiger Uebermüdung und Erschöpfung und bei all den unendlich mannigfachen Symptomen der ersteren Krankheitszustände hat man von allen möglichen Applicationen des elektrischen Stromes vorübergehende und dauernde Besserung, auch Heilung gesehen, ebenso, wie von allen möglichen anderen Methoden, von der Metallotherapie, vom Magnetismus, von mystischen Heilmethoden u. s. w.

Man hat den galvanischen Strom entweder genau wie bei Gehirnkrankheiten quer und längs durch den Schädel, oder vom Sympathicus quer durch den Kopf geleitet; man hat die eine Elektrode (Kathode) auf den Rumpf, z. B. auf die Wirbelsäule oder Magengrube, die andere (Anode) an Stirn, Scheitel, Halssympathicus, labil applicirt, bald die Anode, bald die Kathode als differenten Pol benutzt; bald starke, bald schwache Ströme angewendet; man hat die schmerzenden Hautwirkungen faradischer Ströme benutzt, allgemein und local faradisirt und mit jeder dieser Methoden vorzügliche Erfolge gehabt.

Es unterliegt für mich, nachdem ich derartige Leiden in ziemlicher Anzahl in absichtlich verschiedenster Weise behandelt habe, keinem Zweifel, dass der Hauptantheil der Wirkung rein psychischer, nur in seltenen Fällen reflectorischer Natur durch Beeinflussung der Circulation und der Ernährung des Nervensystems ist. Aehnlich wie durch mystische, hydrotherapeutische und namentlich den Betreffenden ungewohnte und seltsame Proceduren, oder wie durch das Kommen eines berühmten Arztes oder Wunderdoctors wird auch durch die Elektricität die Willenskraft angeregt, die Aufmerksamkeit abgelenkt und dadurch in vielen Fällen eine Besserung dieser ja an und für sich labilen Leiden erzielt, — um allerdings nach kürzerer oder längerer Zeit wiederzukehren. Nicht selten findet man aber auch ungemein hartnäckige Fälle, die jeder elektrischen Behandlung widerstehen, und andere, die dadurch sogar eine entschiedene Verschlimmerung erfahren. Für diese Leiden wird es wohl nie eine wissenschaftlich festzustellende Methode der Elektrisirung geben; weil weniger das angewendete Agens, als vielmehr die psychische Reaction die die Heilung vermittelnde Rolle spielt, und die kluge und imponirende Persönlichkeit des Arztes oft mehr thut, als alle seine Mittel.

Trophoneurosen.

Man führt eine Reihe von Ernährungsstörungen der Haut und anderer Körpergebilde auf den Einfluss trophischer Nerven zurück und behandelt demnach dieselben durch örtliche Galvanisation. Es liegen auch Angaben von Heilungen vor, z. B. von Herpes Zoster, Urticaria, durch Aufsetzen der Elektroden auf die Bläschen oder Quaddeln und Durchleitung eines starken galvanischen Stromes unter häufigen Unterbrechungen und Volta'schen Alternativen.

Vasomotorische Neurosen.[1]

Bei der Hemikranie empfiehlt Holst, wenn sie auf einem Krampf der Kopfgefässe beruhe (Hemicrania sympathico-tonica), die Anode an den Halssympathicus, die Kathode an eine indifferente Stelle, z. B. die Hand, zu bringen und mässige Ströme (bis 15 Elemente) plötzlich 2—3 Minuten lang einzuleiten und dann allmälig auszuschleichen; bei der auf Lähmung der Gehirngefässe beruhenden Hemicrania neuroparalytica setzt er die Kathode an den Sympathicus und lässt den Strom häufig schliessen und öffnen und sogar wenden. In wie weit diese und andere Verfahren —

[1]) Ueber die physiologische Beeinflussung der Gefässe siehe S. 366.

Frommhold empfiehlt z. B. den primären Inductionsstrom, Fieber die elektrische Hand (ein Pol des Inductionsapparats kommt auf den Körper des Kranken, der andere Pol in die Hand des Arztes zu liegen; wenn letzterer mit seinem Finger die Haut des ersteren streicht, wird der Strom geschlossen, indem der ärztliche Finger die zweite Elektrode ist) — auf theoretischen Vordersätzen, wie weit sie auf wirklicher Erfahrung beruhen, seht noch dahin. Ich kann nicht umhin, die Holst'schen Angaben als sehr schematisch und zu glatt construirt aufzufassen. Wie ich selbst gefunden habe, lässt die elektrische Behandlung jedenfalls sehr häufig im Stich.

Bei Angina pectoris glaubt Eulenburg bei einzelnen Formen günstige Erfolge erwarten zu dürfen von Hautreizen, namentlich von der cutanen Faradisation vermöge ihrer reflectorischen Einwirkung auf die Herznerven und das vasomotorische Nervensystem, in anderen Fällen von directer Galvanisation des Halssympathicus und Vagus; doch seien diese Fälle von vornherein noch nicht diagnostisch auseinander zu halten.

Basedow'sche Krankheit. Seit man diese Krankheit als vom Sympathicus oder von einem centralen vasomotorischen Herd abhängig ansah, hat man sie mittelst „Galvanisation des Sympathicus“, sowie Querdurchleitung durch den Schädel behandelt und hat bei ganz verschiedenartiger Anlegung der Elektroden die gleich günstigen Ergebnisse der Behandlung berichtet.

Galvanisationsmethoden: 1) Ein Pol kommt auf die Fossa intersternocleidomastoidea, der andere auf die Herzgegend; mittelstarke Ströme (Guttmann). 2) Zuerst wird die Anode oberhalb des Processus jugularis sterni, die Kathode auf das Ganglion cervicale superius n. sympathici aufgesetzt; sodann wird ein Strom quer durch den Kopf von einem Warzenfortsatz zum andern, ferner durch das Rückenmark und endlich quer durch den Kopf geleitet; schwache Ströme (Chvostek). 3) Zuerst werden schwache aufsteigende Ströme durch den Halssympathicus geleitet, sodann wird ein Pol auf die Submaxillargegend, der andere abwechselnd auf den Kopf und das geschlossene Auge aufgesetzt (M. Meyer).

Diese und auch andere Beobachter (Eulenburg, Leube, Berger, d'Ancona, Thomas, Baumblatt, Roth u. A.) bestätigen einstimmig, dass nach Galvanisation das Allgemeinbefinden, die Pulsfrequenz, die Carotidenspannung, der Kropf, das Glotzauge u. s. w. bald mehr, bald weniger sich besserten; einmal wurden schon nach einer Sitzung die vorher unbeweglichen Bulbi wieder bewegungsfähig; manchmal besserte sich nur das Allgemeinbefinden; Struma oder Exophthalmus blieben bestehen. Vollständige Heilung wurde meines Wissens bis jetzt in dieser Weise nie bewirkt.

Dass bei der progressiven Muskelatrophie durch die Elektricität günstige Erfolge, wenigstens Besserung erzielt werden, scheint sicher zu sein. Doch werden so viele Behandlungsmethoden empfohlen, als es Beobachter gegeben hat, und man sah günstige

Erfolge sowohl bei peripherer örtlicher Galvanisation wie Faradisation der erkrankten Muskeln, als auch bei Galvanisation des Sympathicus.

Bei Pseudohypertrophie der Muskeln hat man sowohl locale Faradisation wie Galvanisation derselben als nützlich empfohlen.

Auch bei peripheren vasomotorischen Neurosen, z. B. Krampf der Arterien und dadurch bedingter Anaesthesie hat man durch die auf den betreffenden Nerven gerichtete örtliche Anwendung des galvanischen Stromes Erfolge erzielt (Nothnagel).

Neuralgien.

In dieses Gebiet theilt sich in Bezug auf günstige Wirkung die Elektricität mit dem Morphin, indem beide sowohl augenblicklich wie auch dauernd Hülfe zu bringen vermögen. Die Elektricität scheint mir hier sogar das mächtigere Agens zu sein, wenn auch nicht für alle Fälle. Sie lässt oft ganz im Stich, während das Morphin seine wenn auch ebenfalls oft nur temporäre Wirkung nie versagt.

Gegenstand der Behandlung sind sowohl von centralen Leiden (Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten) abhängige sogenannte excentrische, wie auch die rheumatischen, traumatischen, neuritischen Neuralgien und die von unbekanntem Ursprung, welche man die idiopathischen nennt.

Die angewendeten Methoden sind:

a. Mittelstarke und starke galvanische Ströme werden theils eingeschlichen, theils auch plötzlich eingeleitet, und zwar nach der polaren Methode: Anode stabil über dem schmerzhaften Nervenstamm und über den Schmerzpunkten (von unseren deutschen Elektrotherapeuten gewöhnlich Points douloureux genannt!), Kathode auf einen indifferenten Punkt des übrigen Körpers; oder nach der Richtungsmethode, nach welcher ein absteigender Strom (Anode auf die Nervenwurzel, Kathode auf die Nervenausbreitung und die peripheren schmerzhaften Punkte) stabil und labil angewendet wird. Ich selbst, lange Jahre ein unbedingter Gläubiger der schmerzstillenden Wirkung der Anode, kam zufällig bei einer ungemein heftigen Ischias an meinem eigenen Körper zu dem sicheren Nachweis, dass bei mir die Schmerzen rascher aufhörten beim Aufsetzen der Kathode auf die Schmerzpunkte und bei gleichzeitigem Gebrauch häufiger sogenannter Volta-scher Alternativen. Ich glaube, diese Erfahrung nicht etwa für eine schmerzstillende Wirkung der Kathode sprechen lassen zu dürfen, sondern für reflectorische Beeinflussung meines Rückenmarks, Ischiadicus und seiner Gefässe durch die heftigen an der Kathode entstehenden Hautschmerzen. Diese Erfahrung weist dar-

auf hin, dass bei Neuralgien der Pol und die Stromrichtung die Nebensache sind.

Für excentrische Neuralgien empfiehlt Erb namentlich directe Einführung des Stromes auf den eigentlichen Sitz der Krankheit im Gehirn und Rückenmark und nur nebensächliche Einwirkung auf die Peripherie.

b. Bei sehr veralteten und hartnäckigen Fällen, in denen der Galvanismus ohne Nutzen ist, hat mir der Inductionsstrom und die elektrische Moxe (d. i. Anwendung trockener Metallpinselelektroden und Ueberspringenlassen von Funken bis zu heftiger Entzündung der Haut), örtlich angewendet, oft überraschend schnelle Dienste erwiesen, z. B. bei einer Jahrzehnte lang bestehenden ungemein heftigen Prosopalgie, bei welcher der ganze Kalender aller Mittel vergebens angewendet worden war. Es scheinen auch hier Reflexe die Hauptsache bei der Wirkung gewesen zu sein. M. Meyer u. A. haben auch von einem milderen Verfahren, einen inducirten Strom von mittlerer Stärke vermittelst feuchter Elektroden 5 bis 10 Minuten lang durch den kranken Nerv zu leiten, Erfolg gesehen.

Die elektrischen Sitzungen dauern zwischen 1 bis 10 Minuten und werden täglich oder doch alle paar Tage vorgenommen. Erb meint, wenn nach circa 10 Sitzungen noch keine Besserung eingetreten sei, dann sei der Fall in der Regel als für die elektrische Behandlung nicht geeignet anzusehen.

Anaesthesie.

Diagnostik. Besondere Abweichungen der Hautsensibilität kann man mittelst des Inductionsstromes leicht nachweisen durch Vergleichung der Rollenabstände, bei denen zwei symmetrische Körperstellen gerade noch eine Empfindung haben. Wenn man sehr grosse Widerstände (etwa 3 Millionen Siemens'sche Einheiten) in den Stromkreis einschaltet, findet man nach Tschiriew und de Watteville, dass die Empfindlichkeit der Haut gegen den faradischen Strom an allen Stellen eine gleich grosse ist. Wenn dagegen nur die Epidermis den Hauptwiderstand abgiebt, dann differirt die elektrocutane Empfindlichkeit je nach der Dicke der Epidermis um ein Geringes, so dass Gesicht, Hals am empfindlichsten, Arm, Bauchhaut, Oberschenkel, Rücken, Unterschenkel in absteigender Reihe empfindlich wären. Nach den Untersuchungen von Drosdoff hängt die ungleiche Sensibilität verschiedener Hautstellen von der verschiedenen Erregbarkeit der Hautnerven selbst ab und kann nicht durch verschiedene Widerstände der Epidermis erklärt werden; denn mit Ausnahme der Handflächen, der Fusssohlen und der Fingerkuppen zeigt auf der ganzen übrigen Körperoberfläche die Epidermis keine nennenswerthen Dickenunterschiede. Drosdoff fand weiter, dass in der Anordnung der Haut-

sensibilität eine gewisse Gesetzmässigkeit herrscht und dass man die ganze Hautoberfläche nach ihrer Erregbarkeit in 10 Zonen theilen kann nach folgender absteigender Reihe: Gesicht, Hals, Ober-, Vorderarm, vordere Rumpffläche, Oberschenkel, Rücken, Unterschenkel, Hand, Fusssohle; erstere sei am empfindlichsten, letztere am wenigsten empfindlich gegen den faradischen Strom. Auf beiden Seiten sei die elektrosensible Hauterregbarkeit fast genau gleich. Junge Leute hätten eine grössere, alte eine geringere Hauterregbarkeit.

Jedenfalls hindern diese Unterschiede nie, eine hochgradigere Sensibilitätsveränderung dem Inductionsstrom gegenüber zu finden. Bestimmung der Hautsensibilität durch den galvanischen Strom ist nach Drosdoff unzweckmässig.

Therapie. Ausser der Anwendung medicamentöser Hautreize, Frottirung u. dergl. giebt es gegen Anaesthesien der Haut und der Muskeln, sowie gegen Analgesien wohl keine bessere Behandlung als die elektrische. Entweder wendet man den galvanischen Strom (Kathode auf die unempfindliche Stelle) oder den faradischen Strom (mit Schwammelektrode oder elektrischem Pinsel) an. Stets sind starke Ströme erforderlich. Man sieht dann oft bei Faradisirung einer Hautstelle auch an einer davon entfernten anderen anaesthetischen die Empfindung wiederkehren, so dass man auch hier wieder reflectorische Beziehungen findet.

Vulpian, Grasset haben durch galvanische Pinselung (starke Ströme täglich 10 Minuten) irgend einer ganz umschriebenen Hautstelle namentlich der oberen Extremität Hemianaesthesien aus cerebraler Ursache rasch auf der ganzen Körperhälfte zum Schwinden gebracht. Aber auch wenn keine Anaesthesie bestehe, wirke eine solche locale Faradisation auf vorhandene Hemiplegie günstig ein, befördere das Verschwinden der Aphasie und die Wiederherstellung der psychischen Functionen; doch dürfen in solchen Fällen (ohne Anaesthesie) nur mittelstarke Ströme angewendet werden.

Lähmungen.

Diagnostik. Die elektrische Erregbarkeit bleibt ziemlich normal bei den meisten von schweren Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten (Apoplexia cerebri, Myelitis, Tabes dorsalis) abhängigen, sowie bei den unbedeutenden peripheren, auf Diphtheritis, Rheuma oder Wunden beruhenden Lähmungen. Dagegen erleidet sie gröbere Veränderungen quantitativer und qualitativer Natur bei den schweren peripheren und den von chronischen Krankheiten der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks abhängigen Lähmungen und bei Muskelatrophien.

Steigerung der elektrischen Erregbarkeit ist zwar angeblich

oft bei letzteren Zuständen wahrgenommen worden; jedoch ist eine solche nur in wenigen Fällen von beginnender rheumatischer Facialisparalyse (Brenner, Berger), von beginnender progressiver Muskelatrophie (Friedrich), von frischer Neuritis (Erb, Fischer) und von Tabes dorsalis mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit festgesetzt.

Bei den meisten Lähmungen zeigt sich nur eine Herabsetzung dieser Erregbarkeit. Die Entartungsreaction bei traumatischen, rheumatischen u. s. w. Nervenlähmungen, welche stets auf schwere degenerative Vorgänge namentlich im Rückenmark, doch auch in den peripheren motorischen Nerven hindeutet, ist bereits im physiologischen Theil (S. 317) genauer behandelt.

Therapie. Wenn nach Entfernung der so ungemein mannigfachen Ursachen der Lähmung dieselbe noch fortdauert, oder wenn die Entfernung der Ursache voraussichtlich sehr lange Zeit in Anspruch nehmen wird, dann ist die elektrische Behandlung die alle anderen Behandlungsmethoden weitaus an Wirksamkeit übertreffende.

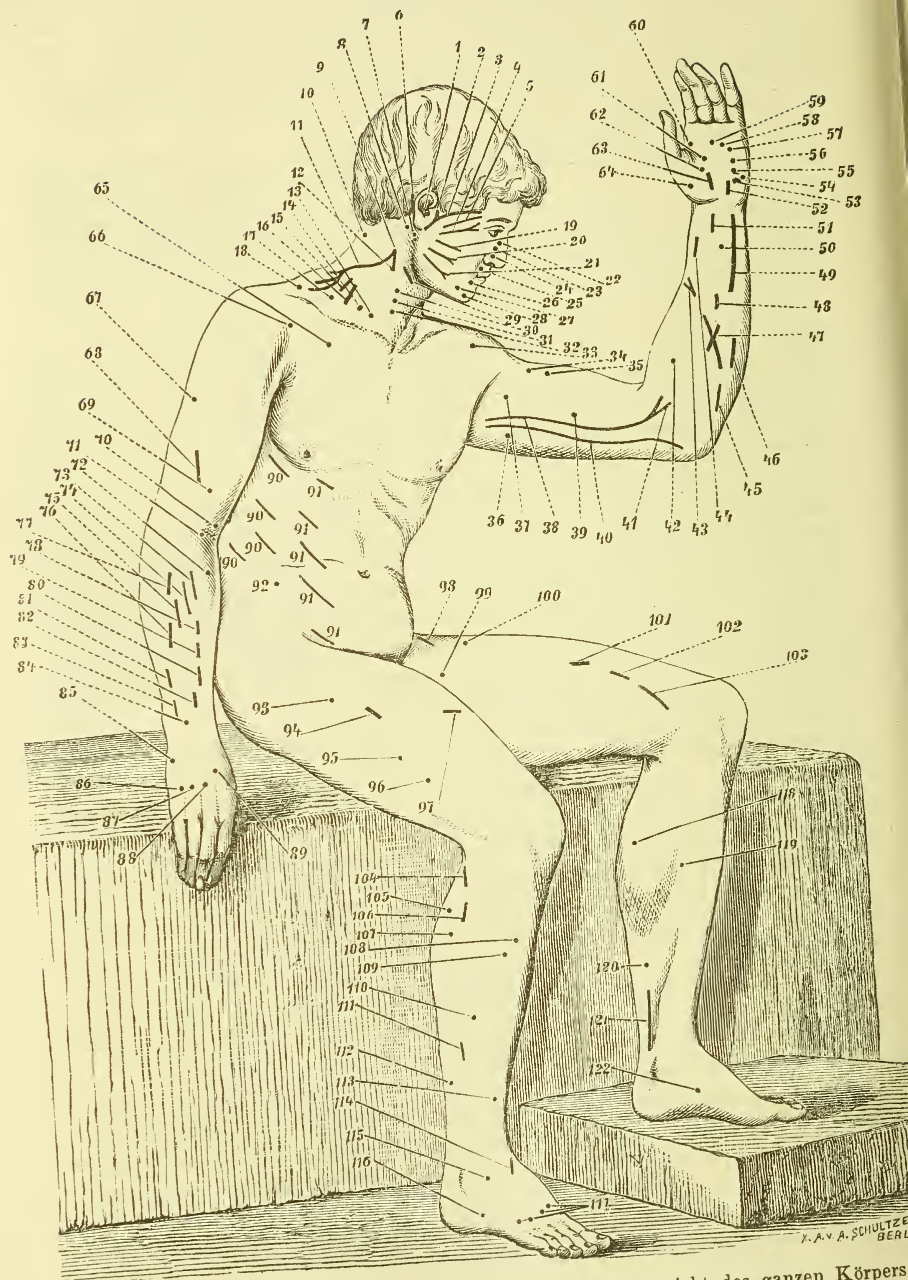
Die elektrische Behandlung richtet sich bei centralen Ursachen natürlich gegen diese in der S. 394 angegebenen Weise. Ausserdem geht sie gegen die Lähmungen vor, a. mittelst direkter Elektrisirung der gelähmten Nerven und Muskeln und b. bei erhaltener Sensibilität der gelähmten Stellen durch Erregung der gelähmten Stellen auf reflectorischem Wege; dieser indirecte Weg lässt natürlich nicht die elektrischen, sondern nur die normalen Reize in verstärktem Maassstabe in die gelähmten Theile einbrechen.

Der galvanische Strom wird in verschiedener Weise meist aufsteigend (Kathode central, Anode peripher) so angewendet, dass die Kathode auf die gelähmten Nerven und Muskeln aufgesetzt, längs derselben häufig verschoben wird und dass durch häufiges Oeffnen und Schliessen und durch Stromwendungen starke Reize ausgeübt werden. Sitzungen täglich bis 10 Minuten mit mittleren und starken, jedoch ertragbaren Strömen. Bei Drucklähmungen z. B. des N. radialis empfiehlt R. und S. Remak die Kathode stabil auf die Druckstelle, die Anode an eine indifferente Stelle aufzusetzen und den Strom einzuschleichen und ganz allmälig auszuschleichen. Bei fortschreitender Besserung sind Unterbrechungen und labile Einwirkungen am Platze.

Den secundären faradischen Strom, den man nur zur peripheren Behandlung verwendet, lässt man am Besten auf die Muskelnerven und nur im Falle der Nichtzugänglichkeit derselben auf den Muskel in täglichen Sitzungen von 5—15 Minuten in gerade ertragbare und mässige Contractionen erregender Stärke einwirken.

Auf Fig. 83—85 sind sämmtliche motorische Punkte, d. i. die Punkte des menschlichen Körpers, unter denen motorische Muskelnerven liegen und dem faradischen Strom leichter zugänglich sind, nach den Angaben von Ziemssen verzeichnet, so dass der Anfänger

Fig. 83.



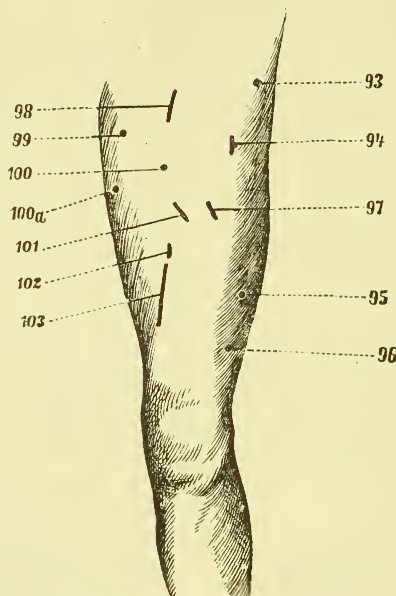
Motorische Punkte nach v. Ziemssen. Vorder- und Seitenansicht des ganzen Körpers.

Erklärung der Figuren 83, 84 und 85.

1. Nervus facialis.
2. Mm. attrahens u. attollens auriculae.
3. M. frontalis.
4. M. orbicularis palpebrarum.
5. M. corrugator supercilii.
6. M. occipitalis.
7. M. stylohyoideus.
8. M. digastricus.
9. Ramus externus N. accessor. Willisii.
10. M. splenius capitis.
11. M. cucullaris.
12. M. sternocleidomastoideus.
13 M sternohyoideus.
14. M. omohyoideus.
15. M. levator anguli scapulae.
16. N. phrenicus.
17. N. thoracicus anterior (Mm. pectorales).
18. N. thoracicus lateralis (M. serratus magnus).
19.–20. Rami buccales N. facialis.
21. Rami subcutan. maxill. infer.
22. M. compressor nasi und pyramidalis nasi.
23. M. levator lab. sup. alaeque nasi.
24. M. dilatator narium.
25.–26. M. orbicularis oris.
27. M. triangularis menti.
28. M. levator menti.
29. Rami subcutanei colli N. facialis.
30. M. sternohyoideus.
31. M. omohyoideus.
32. M. sternohyoideus.
33. Ramus n. thoracic. ant. z. M. deltoideus.
34. N. musculocutaneus.
35. M. biceps.
36. Caput int. m. tricipit.
37. N. musculocutaneus.
38. N. medianus.
39. M. brachialis int.
40. N. ulnaris.
41. Ramus n. mediani pro m. pronat. ter.
42. M radialis int.
43 M. flexor digitor. sublim.
44. M flex. pollic. long.
45. M. palmaris longus.
46. M ulnaris int.
47. M. flexor digitor prof.
48. M. flexor digitor. subl. (digit. II und III).
49. N. ulnaris.
50. M. flexor digitor. subl. (digit. indic. et minimi).
51. N. medianus.
52. Ramus volaris prof. n. ulnaris.
53. M. palmaris brevis.
54. M. abductor digiti minimi.
55. M. flexor digiti minimi.
56. M. opponens digiti min.
57.–59. Mm. lumbricales II, III und IV.
60. M lumbricalis IV.
61. M. adductor pollicis.
62. M flexor pollicis brevis.
63. M. opponens pollicis.
64. M. abductor pollicis brevis.
65. N. thoracicus anterior (Mm. pectorales).
66. Ramus plexus brachialis.
67. Ramus n. radialis zum M. brachialis int.
68. N. radialis.
69. Ramus n. radialis zum M. brachialis int.
70. M. supinator longus.
71. M. radialis ext. long.
72. M. radialis ext. brevis.
73.–75. M. extensor digit. com.
76. M. extens. digit. min. prop.
77. M. ulnaris externus.
78. M. extensor indic. prop.
79. M. extens indic. prop. et m. abductor pollicis longus.
80. M. abduct. pollic. long.
81. M. extens. indic. prop.
82. M. extensor pollic. brevis.
83. M. extensor pollic. longus.
84. M flexor pollic. longus.
85. M abductor digiti min.
86. M. interosseus dors. IV.
87. „ „ „ III.
88. „ „ „ II.
89. „ „ „ I.
90. Nn. intercostales abdominis (M. obliquus abdomin. ext.).
91. N. intercostalis abdominis (M. rectus abdominis)
92. M. transversus abdominis.
93. Ramus n. glutaei sup. (M. tensor fasciae lat.).
94. Ramus n. cruralis (M. tensor fasciae lat.).
95.–96. M. vastus ext.

97. M. rectus femoris.
98. N. cruralis.
99. N. obturatorius.
100. M. sartorius,
100a. M. abductor longus.
101. Ramus n. cruralis pro m. quadricipit.
102. M. cruralis.
103. Ramus n. cruralis pro m. vasto int.
104. N. peroneus.
105. M. gastrocnemius ext.
106. M. peroneus longus
107. M. soleus.

Fig. 84.



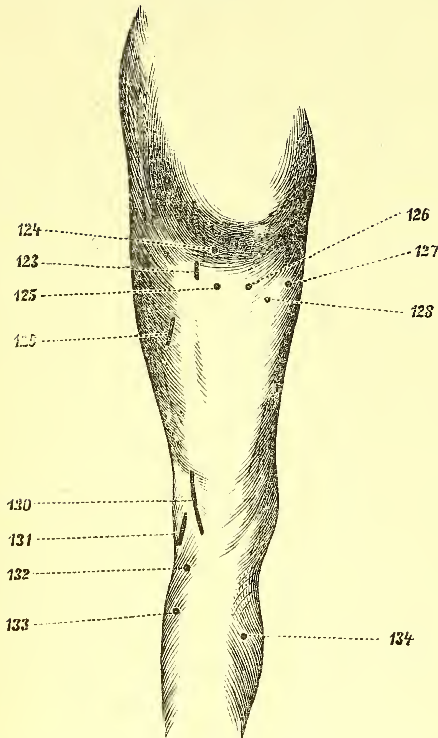
Vordere Oberfläche des linken Oberschenkels.

108. M. tibialis anticus.
109. M. extens. digit. com longus.
110. M. peroneus brevis
111. M. soleus.
112. M. flexor hallucis long.
113. M. extensor hallucis long.
114. Ramus n. peronei prof pro m. extens. digit. brevis.
115. M. extens. digit. com. brevis.
116. M abductor digit min. ped.
117. Mm. interossei pedis dorsales.
118. M. gastrocnemius int.
119. M. soleus.
120. M flexor digit. comm long.
121. N. tibialis
122. M. abductor hallucis.

und der, dessen anatomische Kenntnisse in dieser Beziehung etwas mangelhaft geworden sind, unter den betreffenden Nummern die Namen der von den betreffenden Punkten aus zu erregenden Muskeln finden kann.

Was die Frage anlangt, welcher Elektricitätsart der Vorrang zur Behandlung von Lähmungen zu geben sei, so nehme ich nach meinen Erfahrungen keinen Anstand, zu behaupten, dass man mit

Fig. 85.



Motorische Punkte an den hinteren Flächen des linken Ober- und Unterschenkels nach v. Ziemssen.

123. N. ischiadicus.
124. Ram. inf. n. glut. inf. pr. m. glut. man.
125. Musculus biceps (caput longum).
126. M. semitendinosus.
127. M. adductor magnus.
128. M. semimembranosus.
129. M. biceps (caput breve).
130. N. tibialis.
131. N. peroneus.
132. M. gastrocnemius ext.
133. M. soleus.
134. M. gastrocnemius int.

dem galvanischen Strom allein auszukommen im Stande ist, und dass diese allein gegen die centrale Ursache der Lähmung angewendet werden darf. Zur peripheren Behandlung der Lähmungen sind der galvanische und faradische Strom mindestens gleichwerthig; denn mittelst geeigneter Vorrichtungen kann man auch den galvanischen Strom rasch öffnen und schliessen und damit Reizwirkungen erzielen, wie mit dem faradischen Strome.

Wenn manche Autoren von einer abwechselnden Galvanisirung und Faradisirung die meisten Erfolge gesehen haben wollen, so ge-

hört diese Angabe unter die instinctiven und nicht unter die bewiesenen. Bei Lähmungen mit Entartungsreaction wirkt übrigens auch nicht, wie man früher glaubte, der galvanische Strom besser, wie der faradische.

Auch auf elektrotherapeutische Weise, der besten aller Behandlungsweisen, sind nicht wenige Lähmungen unheilbar, wenn eben die Centralorgane der betreffenden Muskelgruppe gänzlich zerstört und die peripheren Nerven und Muskeln atrophisch zu Grunde gegangen sind. Die vielen heilbaren Lähmungsformen brauchen gewöhnlich bis zur vollständigen Wiederherstellung eine ungemein lange Zeit, oft Monate, ja Jahre lang, so dass man gut thut, gleich von Anbeginn der electrischen Behandlung dem Kranken eine klare und nicht zu sanguinische Prognose zu stellen und ihn aufmerksam zu machen, dass selbst die leisesten Besserungssymptome lange auf sich warten lassen können, damit derselbe die Geduld nicht verliert oder lieber nicht anfängt, falls ihm letztere fehlt. Sehr oft, sogar überraschend schnell heilen eigentlich nur hysterische, z. B. Stimmbandlähmungen; manchmal auch rheumatische Lähmungen.

Bei traumatischen Lähmungen menschlicher Extremitäten, zumal der oberen, findet man regelmässig neben anderen, sog. trophischen Störungen ein schlaffes, die tiefsten Stellen einnehmendes Oedem, welches sich, soweit Emmighaus' Beobachtungen reichen, mit der Aufbesserung der elektrischen Erregbarkeit der Muskeln verliert, da es jedenfalls in Beziehung zur Lymphe steht und die Lymphfortbewegung durch Muskelaction unterstützt und beschleunigt wird (vergl. S. 373).

Lähmung der Athmungsmusculatur und Erstickung. Scheintod der Kinder. Neben den bekannten Methoden der künstlichen Respiration durch rhythmische Compression des Thorax oder durch Einblasen von Luft in die Nase und die Luftröhre mittelst eines Blasebalges, ferner mittelst starker Erregung der Haut, namentlich mit Uebergiessungen kalten Wassers; Methoden, welche vorzuziehen sind, weil man sie überall und zu jeder Zeit anwenden kann: ist es erlaubt, falls elektrische Apparate zur Hand sind, natürlich auch diese anzuwenden. Ich glaube zwar nicht, dass die auf elektrischem Wege hervorgerufenen Athmungen tiefer und mehr lebensrettend sind, als die erstgenannten; meinen Erfahrungen an Thieren nach ist bei Athmungslähmungen die künstliche Athmung durch Einblasen von Luft in die Nase hinsichtlich der Vollständigkeit und der guten Lungenventilation allen anderen Methoden vorzuziehen.

Wollte man aber elektrische Reizungen dennoch anwenden, so ist nach v. Ziemssen die beste Methode die Anwendung des faradischen Stromes so, dass die beiden grossen Elektroden am äusseren Rande des Kopfnickers fest aufgesetzt werden und immer 20 Se-

kunden lang einen Strom einbrechen lassen und so rhythmisch immer fort. Es werden dadurch sowohl die den Hals herabziehenden beiden Zwerchfellsnerven, sowie auch viele Inspirationsmuskeln gleichzeitig erregt und durch das Herabsteigen des Zwerchfells und Hebung des Brustkorbes Einathmungsbewegungen hervorgerufen. Die Ausathmung muss immer durch Druck auf den Bauch mittelst der Hand mechanisch unterstützt werden. Die faradischen Ströme müssen so stark genommen werden, dass in der That starke Muskelzusammenziehungen zu Stande kommen. Sind die Muskeln faradisch nicht mehr reizbar, dann müsste man zum galvanischen Strom greifen.

Man hat namentlich diese elektrische Methode bei Asphyxien in Folge von Chloroform-, Leuchtgas-, Kohlensäure-, Kohlenoxydvergiftungen empfohlen. Abgesehen davon, dass man in diesen Fällen meistens keinen elektrischen Apparat zur Hand hat, und man desshalb doch am besten die andere Methoden sogleich anwendet, habe ich einen Fall von Chloroformasphyxie selbst beobachtet, bei dem trotz sofort auf elektrischem Wege vorgenommener und eine halbe Stunde fortgesetzter künstlicher Respiration das Leben nicht mehr zurückzurufen war. Es fällt mir aber natürlich nicht ein, zu leugnen, dass durch elektrische künstliche Athmung das Leben in all den Fällen gerettet werden kann, wo es auch durch die anderen künstlichen Athmungsmethoden gerettet worden wäre.

Krämpfe und Contracturen.

Elektrodiagnostisch ist bei Krämpfen nur zu sagen, dass meist keine Veränderung der Erregbarkeit besteht. Einzig bei Tetanie hat Erb Steigerung, bei Schreibekrampf er und Andere Herabsetzung der Erregbarkeit gefunden.

In therapeutischer Beziehung betrachten wir hier sowohl die tonischen, wie die klonischen Krämpfe, die Einzelzuckungen, das Zittern und die Muskelcontracturen. Je nachdem diese Zustände durch Leiden des Gehirns und Rückenmarks, durch Vergiftung (Strychnin), durch Reflexreize, durch periphere (traumatische, rheumatische) Ursachen zu Stande kommen, ist natürlich die Behandlung, auch die elektrische, verschieden einzurichten.

Unheilbar für den galvanischen wie für den faradischen Strom sind alle auf unheilbaren schweren Zerstörungen der Centralorgane, auf unbesserbaren peripheren Krankheiten beruhende reflectorische Krämpfe und die nach Apoplexie eintretenden Contracturen.

Für heilbar, jedoch mit sehr unsicherer Prognose hält man die Reflex — und durch Ueberanstrengung hervorgerufenen Krämpfe, die auf Vergiftung mit Blei, Quecksilber beruhenden Formen des Zitterns, die auf Lähmung der Antagonisten und auf rheumatischer

Grundlage beruhenden Contracturen. Nie darf man auf die rationelle Behandlung des Grundleidens vergessen. Z. B. bei Gesichtsmuskelkrämpfen nach Augenleiden die Behandlung der letzteren.

Die angewendeten elektrotherapeutischen Methoden sind je nach der Ursache des Krampfes sehr verschiedene. Liegt eine gesteigerte Reflexerregbarkeit des Rückenmarks zu Grunde, so leitet man den constanten galvanischen Strom 5—10 Minuten lang längs durch dasselbe (Richtung gleichgültig); falls nicht Chloralhydrat oder Morphium in viel einfacherer Weise helfen: bei Reflexkrämpfen, bei denen man die periphere Körperstelle findet, auf deren Druck Schmerz und Krampf auftritt, behandelt man diese Schmerzpunkte 5 Minuten lang täglich mit der Anode eines mässig kräftigen galvanischen Stromes.

Die myopathischen Contracturen, wie sie durch rheumatische Muskelentzündung, Syphilis, Blei u. s. w. zu Stande kommen und in schweren Veränderungen der Muskelsubstanz (rheumatischer Schwiele, bindegewebiger Induration) ihren Grund haben, sind schwer, doch nicht unheilbar durch energische Faradisirung der betreffenden Muskeln, oder ferner durch längeres Durchleiten eines galvanischen Stromes mit häufigen Volta'schen Alternativen. Natürlich darf die antisyphilitische, entbleiende u. s. w. Behandlungsmethode nicht vergessen werden.

Die neuropathischen Contracturen, soweit sie durch Entzündung, Fremdkörper reflectorisch bei schmerzhaften Gelenkentzündungen zu Stande kommen, können durch Entfernung der Ursachen, z. B. der Kugel beseitigt werden; doch nützte auch der über dem Nerven angewendete faradische Strom in mehreren Fällen. Die mit Gelenkleiden zusammenhängenden Reflexcontracturen behandelt man mit sehr günstigem Erfolge einerseits mit Durchleitung eines galvanischen Stromes durch das Gelenk selbst, andererseits, indem man den starken Strom durch den contrahirten Muskel leitet und denselben durch Oeffnen und Schliessen, wie auch Wendung zucken lässt (Remak); auch durch starke Faradisation des betreffenden Muskels.

Bei (paralytischen) Contracturen in Folge von Lähmung der Antagonisten werden letztere in der bei den Lähmungen angegebenen Weise behandelt.

Bei Paralysis agitans habe ich nie Besserung zu erzielen vermocht. Andere wollen Besserung mittelst der Anwendung eines constanten Rückenmarkswurzelstromes erzielt haben.

Man hat ausserdem auch versucht und angeblich mit Erfolg, durch periphere, heftig schmerzende Faradisation der Haut (feuchte oder trockene Elektroden) Reflexhemmungen im Centralorgan zu bewirken und dadurch bestehende Reflexkrämpfe zu heilen.

Mimischer Gesichtskrampf im Bereiche des N. facialis mit allen nur denkbaren Grimassen, wie er durch Erkältung,

Reflexreize, namentlich Augenkrankheiten, aber auch durch Affection des N. facialis selbst oder seiner Wurzeln im Gehirn entsteht, ist sehr schwierig zu behandeln. Oft muss man alle unter den Krämpfen aufgezählten Behandlungsmethoden durchmachen ohne Erfolg: in wenigen Fällen tritt Heilung ein; ohne eine lange andauernde Behandlung wird man in den seltensten Fällen zum Ziele kommen. Subcutane Morphium-Injectionen helfen oft schneller, als jede galvanische Behandlung.

Die oben aufgezählten und noch viele andere empfohlene Methoden: Durchleitung faradischer Ströme, schwellender faradischer Ströme durch die Nerven und Muskeln des krampfhaft ergriffenen Gebietes, häufige Volta'sche Alternative in den Nervenstämmen der krankhaften Muskeln zeigen, wie immer, wo viele Methoden empfohlen werden, unsere Unsicherheit. Wir sind in dem Gebiet der Krämpfe, wie in vielen anderen noch aufs Probiren angewiesen; am meisten wird eine gute Diagnose und Beurtheilung der Natur des Falles den Ausschlag über die Auswahl der einen oder anderen Methode geben.

M. Meyer theilt einige Fälle theils von neuropathischen Reflex-, theils von myopathischen, rheumatischen Contracturen mit, welche bei einfacher Durchleitung des constanten Stromes nicht, bei Anwendung Volta'scher Alternativen dagegen und bei Anwendung starker Ströme mehr oder weniger rasch gebessert oder geheilt wurden. Ein Kranker, welcher wahrscheinlich in Folge von Periostitis der Lendenwirbel eine starke Reflexcontractur des linken M. quadratus lumborum davon getragen hatte und in Folge dessen nach rechts stark skoliotisch war, wurde so behandelt, dass von einem Strome von 40 bis 50 Elementen der eine Pol auf den Quadratus lumborum, der andere auf den Sacrolumbalis gesetzt und fortwährend Volta'sche Alternative vorgenommen wurden. Schon in der ersten Sitzung trat eine Erschlaffung des contrahirten Muskels ein; ebenso verschwanden die heftigen Schmerzen, und in 14 Sitzungen war die Skoliose fast ganz verschwunden. Bei Anderen zeigten sich als kürzeste Heilungsfrist 3, als längste 30 Sitzungen.

Coordinatorische Beschäftigungsstörungen.

Mit diesem Namen fasst Benedict eine Reihe von Störungen zusammen, welche man schon lange als Schreibekrampf bezeichnet, und bei welchen gewisse complicirte feine Handbewegungen, wie Schreiben, Clavier-, Violinspielen, Zeichnen, Nähen (Schneider- und Schusterkrampf), Melken (Melkerkrampf) unmöglich werden. Benedict unterscheidet 3 Formen: eine auf Krampf beruhende spastische, eine mit Zittern verbundene tremorartige und eine durch Muskellähmung bedingte paralytische Form, welche Formen in gleicher Weise auf noch nicht näher bekannte Störungen im Centralnervensystem zu beziehen sind.

Die Behandlung, während deren stets die betreffende Beschäftigung (Schreiben, Nähen, Violinspielen) ganz und gar zu unterlassen ist, ist eine wesentlich galvanische; die Art der Anwendung des galvanischen Stromes jedoch ist verschieden, und jede hat schon zum Ziele geführt, aber auch schon im Stiche gelassen. Dergleichen Arten sind: Quere Durchleitung des Stromes durch den Kopf, Längsgalvanisation des Rückenmarks, sowie des befallenen Nerven- und Muskelgebietes; tägliche viele Monate lang fortzusetzende Sitzungen mit mittleren Stromstärken von 1—5 Minuten Dauer. Bei begleitender Anästhesie der Haut an den betreffenden Fingern wendet man auch noch den faradischen Strom örtlich an. Sonst wird vom Faradisiren der Muskeln und Nerven selten ein Erfolg gesehen.

Leider fehlt vielen Kranken die Ausdauer und die Hoffnung für eine lange Behandlung.

Tetanie.

Dieses merkwürdige, zweifellos auf einer Erkrankung des Rückenmarks beruhende Leiden heilt in den meisten Fällen von selbst. Ob die mit Elektricität behandelten Fälle in Folge dieser oder von selbst geheilt sind, ist schwer zu entscheiden. Erb empfiehlt, den galvanischen Strom in aufsteigender Richtung, Kathode auf die befallenen Nervenstämme, Anode auf die Wirbelsäule zu setzen. Stöhr empfiehlt lediglich die Anwendung des aufsteigenden galvanischen Stromes in den befallenen Nervenstämmen.

Tetanus.

Es steht allerdings fest, dass Längsdurchleitung des Rückenmarks mit starken (nach Matteucci aufsteigenden) constanten Strömen bei Fröschen und auch bei Menschen den Starrkrampf lindert und aufhebt; allein angesichts der vorzüglichen Erfolge, welche man mit Chloroform und Chloralhydrat erzielt, erscheint jedes andere Mittel und auch die Elektricität überflüssig.

II. Elektrische Behandlung der anderen wichtigen Organe.

Augenkrankheiten.

Auch die Elektrotherapie der Augenkrankheiten steht noch auf einer sehr niedrigen Stufe; von den Einen in den Himmel erhoben, werden von den Anderen die angeblichen Erfolge mit dem grössten Misstrauen betrachtet. Nach Nagel ist geradezu das Meiste, was über den Nutzen der galvanischen Behandlung bei

vielen Augenkrankheiten angeführt wird, völlig werthlos; immer finde man nur die alten Citate unbrauchbarer Beobachtungen aus einem Lehrbuche in's andere geschleppt; zuverlässige Versuche und Ergebnisse fehlten fast gänzlich. Namentlich müsse ein entschiedener Protest dagegen erhoben werden, dass v. Graefe immer wieder als Gewährsmann für allerlei Fabeln, z. B. für die Heilbarkeit der Katarakte und der Hornhautnarben durch Galvanismus angeführt werde.

Folgendes sind die zuverlässigeren Beobachtungen:

Bei auf nervöser Grundlage beruhenden Hornhautleiden, z. B. Herpes corneae ist nach Macher-Michel der günstige Einfluss einer galvanischen Behandlung (Anode an die geschlossenen Lider des erkrankten Auges, Kathode in den Nacken, schwache Ströme, 2—3 Minuten) unverkennbar, insofern als die Schmerzhaftigkeit entschieden abnimmt und die Dauer des ganzen Processes abgekürzt erscheint. Auch bei traumatischem Ulcus corneae serpens mit sehr entschiedener Tendenz zur Weiterverbreitung verlor sich bei derselben Applicationsweise schon nach wenigen Sitzungen die eitrige Färbung; die vorher stark anaesthetische Cornea erhielt ihre normale Empfindlichkeit wieder, und es trat Heilung in wenigen Tagen ein.

Lähmung der Augenmuskeln. Ueber den günstigen Erfolg der elektrischen Behandlung bei diesen herrscht fast einstimmig das günstigste Urtheil, namentlich für frische rheumatische und leichtere traumatische Lähmungen, ferner für solche, welche durch kleine Blutextravasate im Gehirn, unbedeutende basale Exsudate bedingt sind; auch tabetische, von diffuser Hirnsclerose herrührende und trotz specifischer Curen persistirende syphilitische Augenmuskellähmungen sollen sich oft relativ schnell bei elektrischer Behandlung verlieren. Dagegen, wo es sich um veraltete Lähmungen mit bereits hochgradigen degenerativen Veränderungen in den centralen und peripheren Theilen der Nerven handelt, ferner bei Lähmungen durch Orbitalaffection, bei progressiver Hirnlähmung oder Erkrankungen des Pons oder Hirnschenkels ist die Elektricität unwirksam. v. Graefe hebt mit Recht hervor, dass die elektrotherapeutisch heilbaren Fälle vielleicht ebenso häufig auch spontan oder bei indifferenter oder einfacher Causalbehandlung heilen können, so dass oft vielleicht fälschlich die Elektricität als das heilende Princip angesehen worden sein könne; doch gebe es unzweifelhaft Fälle, in denen man monatelang in verschiedener Weise ohne Erfolg behandelt habe, dann aber auf elektrischem Wege rasch zum Ziele gekommen sei.

Am zweckmässigsten ist jedenfalls die Methode der directen elektrischen Behandlung der Lähmungen (Eulenburg, Erb). Bei dieser wird die eine Elektrode unmittelbar auf die Bindehaut in der Nähe der Ansatzstelle des leidenden Muskels aufgesetzt; als Elektrode verwendet man am besten einen angefeuchteten Haar-

pinsel, in dessen Haarkrone der eine Leitungsdraht ausläuft. Erb applicirt die Kathode auf die geschlossenen Lider, in die Nähe des zu reizenden Muskels, die Anode auf den Nacken. Die Stromstärke braucht nur mässig zu sein; es genügt, wenn bei Oeffnung und Schliessung deutliche Zuckungen der Gesichtsmuskeln ausgelöst werden. Die Elektroden dürfen höchstens $^1/_2$ Minute auf jeder einzelnen Muskelinsertion belassen werden; anfangs eine tägliche, später 2 oder 3 tägliche Sitzungen. Unzweckmässiger und weniger wirksam erscheint die von Benedikt gewünschte indirecte Reizung: Kathode auf Stirne oder die geschlossenen Lider, Anode auf die Jochbeinwangengegend; B. ging von der unbewiesenen Ansicht aus, dass überhaupt auch bei der sogenannten directen Reizung die Augenmuskeln doch nur reflectorisch auf dem Wege durch den Trigeminus gereizt würden. Bei Lähmung der vom Halssympathicus versorgten glatten Muskelfasern des oberen Lides und darauf beruhendem Herabsinken desselben (Ptosis) wird zunächst die Galvanisation des Halssympathicus (Anode auf Manubrium sterni, Kathode an die Unterkieferwinkel) empfohlen.

Auch von der Anwendung des inducirten Stromes werden dieselben Erfolge angegeben.

Nach Macher-Michel darf der constante Strom nie länger als 2 Minuten angewendet werden, da sonst der Erfolg wieder aufgehoben wird. Wenn nach Aufhebung der Fusionstendenz direct vor und nach der Galvanisation die Stärke der Prismen geprüft wurde, welche zur Verschmelzung der Doppelbilder nothwendig waren, konnte im Allgemeinen der Erfolg einer 2 Minuten lang dauernden Galvanisation gleich einer Abnahme um ein Prisma von 4^0 gesetzt werden.

Bei Insufficienzen der Augenmuskeln, namentlich der Mm. interni, bei denen Landsberg, Driver durch locale Application der Elektroden am inneren Augenwinkel so vorzügliche Erfolge errungen haben wollen, hat im Gegentheil Macher-Michel in keinem einzigen Fall ein günstiges Ergebniss gehabt. Weder unmittelbar nach dem Galvanisiren. noch nach monatelanger Behandlung war auch nur eine Spur von Erfolg zu bemerken.

Tonische und klonische Krämpfe des M. orbicularis der Lider (Blepharospasmus, Nictitatio), wie sie meist im Gebiete des N. supraorbitalis ein- oder doppelseitig und fast immer reflectorisch auftreten und oft mit Stirnkopfschmerz oder mit Schmerz im Verlauf des genannten Nerven einhergehen, sind nach Macher-Michel vorzügliche Objecte der galvanischen Behandlung: Anode auf die Austrittsstelle des N. supraorbitalis ein- oder beiderseits, je nachdem der eine oder beide als Druckpunkte erkannt werden; labil oder stabil (auch dies hängt von individuellen, noch nicht näher präcisirbaren Verschiedenheiten ab); Kathode auf den Nacken; Stromstärke mässig und erst heraus zu experimentiren; Sitzungen 2 bis 5 Minuten lang alle 12 oder 24 Stunden.

Was die Erkrankungen der Netzhaut und der Sehnerven anlangt, so werden von Dorn, Neftel u. A. gute Erfolge vom constanten Strome berichtet (gleichgültig wie das Auge durchströmt wird, bei bis 5minütlicher Durchleitung) bei Amblyopien, Retino-Chorioiditis und selbst bei Retinitis pigmentosa. Bei Sehnervendegeneration wollen Pye-Smith, Onimus und namentlich Fraser (Durchleitung von 6 Stöhrer 3 Monate lang täglich bis 30 Secunden durch die Schläfe und Längsaxe des Kopfes) ausgezeichnete Erfolge gesehen haben. Bei von Tabes dorsalis abhängigen Affectionen sah v. Kraft-Ebing Besserung und sogar Heilung, sowohl der Grund- wie auch der Folgezustände, bei Durchleitung galvanischer stabiler Ströme durch das Rückenmark (ein Pol auf das Kreuzbein, der andere auf einen entsprechenden Punkt der Wirbelsäule, je nach dem Vorhandensein von Lumbar-, Dorsal-, Halsmarksymptomen; bei Augensymptomen möglichst hoch am Nacken). Stromstärke so hoch, als sie vertragen wird, täglich bis 5 Minuten, grosse plattenförmige Stromgeber. Hydrotherapie wirkte unterstützend.

Schon weniger glänzend lauten die Angaben von Driver. Bei totaler oder lang stationärer Sehnervenatrophie erzielte er keine dauernden Erfolge; dagegen bei nicht abgelaufenen Processen, bei primärer, reiner Atrophie und sonst gutem, psychischem und physischem Zustande des Kranken sah er durch längere galvanische Cur „in den seltensten Fällen keine, in vielen eine beträchtliche, in einigen eine staunenswerthe Besserung“. Directe Reizung des Sehnervens durch die geschlossenen Lider hält Driver für besonders wirksam und theilt nicht die Ansichts Benedict's, dass reflectorische Reizung der sensiblen und Trigeminusäste die Heilung bedinge. Manche Fälle der angegebenen Art geben auch nach zahlreichen Sitzungen keinen Erfolg; aber es ist D. nicht gelungen, diese der galvanischen Therapie unzugängliche Fälle abzugrenzen oder von vornherein zu erkennen, wie dieses ja auch bei der Strychnintherapie derselbe Fall ist. Bei symptomatischer, ein Hirnleiden begleitender Neuroretinitis will Driver auf Galvanisation des Sympathicus in frischen Fällen fast constant Besserung sowohl des centralen und peripheren Sehens, wie auch der Gehirnsymptome, namentlich des Schwindels und Kopfwehes gesehen haben. Zeige der Sympathicus einerseits sich gegen Druck empfindlicher, so sei hauptsächlich er zu galvanisiren. Bei sogenannten Amblyopien ohne ophthalmoskopischen Befund, Amblyopia potatorum, congenita sah Driver nur geringe, was wohl so viel heisst wie keine Erfolge.

Macher-Michel dagegen ist nicht im Stande, bei anatomisch-ophthalmoskopischen Veränderungen des percipirenden Apparates irgendwie nennenswerthe Heilergebnisse zu berichten. Er wendet sich in dieser Beziehung namentlich gegen die Angaben von Dor, in dessen „brillante Erfolge“ er einigen Zweifel setzen zu

müssen glaubt. Besonders auffallend seien dessen Beobachtungen über eine Erweiterung des Gesichtsfeldes direct nach dem Galvanisiren. Der Factor der Aufmerksamkeit spiele bei diesen Zahlen eine viel zu grosse Rolle; er selbst habe mit der grössten Aufmerksamkeit die Gesichtsfelder sowohl direct nach der Galvanisation, als 12—24 Stunden später aufgenommen, mit Consequenz dies längere Zeit fortgesetzt und nie eine Veränderung bemerken können, welche nicht in die Fehlergrenze eingerechnet werden dürfte. Wenn in dem einen oder anderen Meridian das Gesichtsfeld um 4—5^{0} weiter oder enger werde, so könne das wohl kaum zu Gunsten oder Ungunsten der galvanischen Behandlung ausgelegt werden.

Von wirklichem Erfolg begleitet ist dagegen die Galvanisation bei Hyperaesthesie der Retina und bei dem sogenannten auf Sympathicuserkrankung beruhenden Flimmerscotom. Schwache Ströme, Kathode auf den Nacken, Anode auf die geschlossenen Lider, 2 Minuten.

Was die Opticuserkrankungen, und zwar frische entzündliche Processe oder atrophische Zustände betrifft, so konnte Macher-Michel keinen besonders günstigen Einfluss beobachten. Wenn er Kranke wochenlang ausschliesslich nur mit Strychnin oder ausschliesslich mit dem constanten Strom behandelte, so rief Strychnin bei einzelnen Kranken überraschende, der galvanische Strom gar nie einen Erfolg hervor. Dem galvanischen Strom sei bei Erkrankungen des Sehnerven höchstens eine conservirende oder eine dem Weiterschreiten des Processes für einige Zeit einhaltthuende Wirkung zuzuschreiben.

Hinsichtlich der Elektrodiagnostik des Auges ist nur zu bemerken, dass die galvanische Reaction des Opticus bei Amaurosen fehlt und fehlt oder herabgesetzt ist bei vielen Krankheiten der Retina und des Opticus. Man unterscheidet je nach der Reaction eine Hyperästhesie und eine Torpor des Sehnerven, und hat auch z. B. bei Netzhautablösung Defecte des Farbenbildes beobachtet.

Krankheiten des Ohres.

Trotz der zahlreichen Beobachtungen Brenner's und seiner Nachfolger (vergl. S. 343) hat die Diagnostik der Ohrkrankheiten durch die Kenntniss der galvanischen Schallwirkungen keine sehr bedeutende Bereicherung erfahren. Die galvanische Reaction bei Ohrenkranken ist nicht einmal immer der Ausdruck der Reaction des N. acusticus, sondern oft nur von Zuständen im äusseren und mittleren Ohr modificirt; so verstärkt z. B. Trommelfelldurchlöcherung und schwächt Verstopfung des äusseren Gehörgangs die Reaction wesentlich. Eine schwere galvanische Erregbarkeit des N. acusticus ist so selten, dass man bei Schwächung der

Reaction viel eher an andere Ursachen, als an Torpidität der Nerven denken muss. Hyperästhesie dieses Nerven ist zu diagnostisiren, wenn eine normale Schallreaction auf schwächere oder vom Ohr entfernte Ströme eintritt, sowie, wenn der Schall bei Ka D [1]) längere Zeit anhält. Brenner fand ausserdem noch eine Hyperästhesie mit qualitativer Veränderung der Reactionsformel, nämlich Klangwahrnehmung auch bei A S und A D, sowie mit umgekehrter Reactionsformel Ka S —, Ka D —, Ka O Kl, A S Kl, An D Kl, A O —; ferner eine Hyperästhesie mit leichter Erregung der sogenannten paradoxen Formel des nicht armirten Ohres. (Unter paradoxer Formel versteht Brenner die den normalen entgegengesetzten Klangreactionen an dem Ohre, welches nicht mit einer Elektrode armirt ist. Erb hebt hervor, dass diese Erscheinung nur daher komme, dass das nicht armirte Ohr unter dem Einfluss der dem armirten Ohr entgegengesetzten Elektrode sich befinde, was gar nichts paradoxes sei.) — Es kann ein sehr schlecht functionirender Hörnerv (bei absoluter Taubheit, bei fehlender Knochenleitung) für den galvanischen Strom sehr gut erregbar sein.

Was die therapeutische Benutzung des galvanischen Stromes in der Ohrenheilkunde anlangt, so stehen sich die einzelnen Beobachter sehr schroff und leidenschaftlich gegenüber, aber offenbar nur deshalb, weil Heilungen, bezw. Besserungen, mit ganz verschiedenen Methoden zu Stande kommen, jeder Autor aber nur die von ihm cultivirte gelten lassen will (Brenner, Benedikt u. A.). Ich kenne übrigens eine ziemliche Zahl von Ohrenärzten, welche entweder gar nicht oder erst nach Durchprobung aller anderen Methoden zur Elektricität greifen. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Elektrotherapie der Ohrenkrankheiten durchaus differente Wege geht. Auf der einen Seite folgt sie den Angaben Brenner's und glaubt mit dessen Methode bisweilen günstige therapeutische Wirkungen erzielt zu haben; auf der anderen Seite hat ihr Weber-Liel ein sehr günstiges Wirkungsfeld eröffnet.

1) Die elektrotherapeutische Methode Brenner's. Bei Hyperästhesie mit subjectiven Gehörsempfindungen setzt man nach Brenner die Anode auf den Tragus des kranken Ohres, die Kathode auf einen indifferenten Körpertheil und lässt den Strom zuerst durch Vermehrung der Widerstände in der Nebenschliessung (Rheostat) in das Ohr einschleichen, dann in voller Stärke 2—3 Minuten andauern und sodann durch Verminderung der Widerstände im Rheostaten allmälig wieder ausschleichen; also A S und A D und Vermeidung jeder Erregung. Benedikt, Urbantschitsch u. A. dagegen betrachten ganz im Gegentheil starke Erregungen, z. B. die Volta'schen Alternativen, als die beste Methode der local galvanischen Behandlung der Gehörsstörungen.

---

[1]) A = Anode; Ka = Kathode; D = Dauer; O = Oeffnung; S = Schliessung; K = Klang; — = keine Schallwahrnehmung.

Schwerhörigkeit mit qualitativer Veränderung der Reactionsformel behandelt Brenner, im Fall z. B. A S und A D einen Klang erregen, in der Weise, dass er den Anodenstrom sehr allmälig in das Ohr einschleichen lässt, die Oeffnung des stark gewordenen Stromes dagegen plötzlich vornimmt. Bei abnorm geringer Klangsensation nach Ka S stellt Brenner den Strom in volle Stärke auf Ka S und wendet von A O auf Ka S; Ka O müsse durch Ausschleichung umgangen werden. Neben unzweifelhafter Besserung mancher Fälle hat man oft auch keinen Erfolg von der galvanischen Behandlung; warum? kann man gegenwärtig noch nicht mit Bestimmtheit angeben; dazu sind noch viele vorurtheilsfreie Beobachtungen nöthig.

Benedikt giebt an, auch bei central bedingter Schwerhörigkeit, ferner bei acuter Paukenhöhlenentzündung Besserung durch galvanische Behandlung des Sympathicus erzielt zu haben.

Die Reduction einer gänzlichen Trübung des Trommelfells auf einen kleinen Fleck glaubt Brenner ferner in 100 Sitzungen (Kathode auf das Ohr) erzielt zu haben und wird durch eine ähnliche Angabe Hagen's unterstützt.

Auch bei Taubstummheit wird in einzelnen Fällen als Ergebniss der galvanischen Behandlung eine Besserung des Vocalverständnisses angegeben.

2) Die elektrotherapeutische Methode Weber-Liel's. Dieselbe gründet sich auf eine Reihe von Beobachtungen progressiver Schwerhörigkeitsformen, bei welchen sich nach und nach Insufficienzen und lähmungsartige Zustände der Tuben-Rachenmusculatur herausbilden, als deren Unterlage nach eben jenem Autor für viele Fälle die pathologisch-anatomische Untersuchung fettige oder bindegewebige Degeneration, partielle oder totale Atrophie der Muskelsubstanz nachgewiesen hat. Der Nachlass in der Spannung der Rachen-Tubenmusculatur — der zum Theil auch schon durch die Inspection der Rachen-Gaumengebilde nachzuweisen ist — habe Tubencollaps zur Folge, d. h. die Tubenwände legen sich fest an einander, werden durch die Respirations- und Schluckacte nicht mehr von einander abgezogen: die regelmässige Paukenhöhlen-Ventilation wird aufgehoben. Als zweite Folge resultire ein antagonistischer Contractionszustand des M. tensor tympani, welcher ein Einwärtsgedrängtwerden des Steigbügels bedinge. Aus dem Fortbestehen dieser Zustände entwickelten sich weitere tympanale und intralabyrinthische Störungen, die schliesslich zur Taubheit führten. Die ersten subjectiven Symptome gäben sich als acustische Reizbarkeit, weiterhin als Ohrensausen mit sehr allmälig abnehmender Hörfähigkeit (zunächst meist nur auf dem linken Ohre, später erst werde das andere Ohr ergriffen), als Behinderungen ausgiebiger Schluckacte, als knipsende Geräusche beim Schlucken und dergleichen mehr kund. Als Ursachen der Motilitätsdefecte

der Rachen-Tubenmusculatur seien theils Innervationsstörungen, theils directe Ernährungsstörungen der Musculatur, ausgehend von chronischen Rachenkatarrhen, anzusehen. Gegen diese Zustände nun erweise sich die intratubale Elektrisation, aber nur in den ersten Stadien der Krankheit, in den allermeisten Fällen hülfreich: durch sie werde die betreffende Musculatur direct tangirt. Nachdem also ein etwa bestehender Tubenkatarrh, eine Verschwellung des Canallumens durch Argent.-nitr.-Injectionen beseitigt sei, werde ein Weber-Liel'sches Paukenhöhlenkatheterchen in die Tuba Eustachii bis über den Isthmus tubae durch den rite artis angelegten silbernen Tubenkatheter eingeführt. Das seidengesponnene, kautschuklacküberzogene Katheterchen ist gegen sein Ende hin von 2 bis 3 seitlichen Oeffnungen durchbohrt; in seinem Lumen verläuft bis zur Spitze ein dünnster Platindraht, welcher an seinem äusseren Pavillonende umgebogen ist. Auf diese Weise kommt die Tubenelektrode in nächsten Contact zunächst mit dem M. dilatator tubae (tensor veli), nur durch die dünne äussere Tubenwand davon getrennt; denn in das äussere Pavillonende des Kautschukkatheterchens wird die leichte konische Elektrode eines elektrischen Apparats eingeschoben. Die andere Elektrode des Apparats wird entweder seitlich des Halses fest aufgesetzt, oder in Form eines eigenen Instruments an die Gaumenbogen und auf den weichen Gaumen aufgesetzt. In vielen Fällen, besonders bei Zeichen von Spinalirritation, empfehle es sich, eine breite Elektrode auf gewisse schmerzhaft befundene Stellen des Rückenwirbels aufzusetzen. Ob die Faradisation oder der constante Strom am Platze sei, müsse der Versuch lehren. Es ergäbe sich nun für die günstigen Fälle, dass schon nach kurzer Dauer der Einwirkung ein ziehendes Spannen im Verlauf der Tuben nach dem Ohr hin sich bemerkbar mache; es folgen stark fühlbare Contractionen — bei Einwirkung des constanten Stromes besonders nach wiederholter Benutzung Volta'scher Alternative — und schliesslich knipsende Geräusche, welche nicht nur vom Patienten, sondern öfter auch vom Arzte gehört werden. Dieselben rühren von dem durch die Muskelcontractionen in schnellster Folge eintretenden „von einander Abgezogenwerden der zusammengeklebten Tubenwände“ her — und seien prognostisch äusserst willkommen. Wo diese knipsenden Geräusche nach wiederholter Elektrisation (3—15 Minuten) sich nicht geltend machen, sei von der intratubalen Elektrisation nichts zu erwarten. In den übrigen Fällen aber ergäbe sich schon unmittelbar nach der elektrischen Sitzung ein Sistiren der Ohrgeräusche und eine durch Sprache und Uhr nachweisbare Hörverbesserung. Dieselbe halte nach den ersten Sitzungen zumeist nur einige Stunden an; später schon tagelang, bis schliesslich die Norm erreicht werden könne. Dies sei in frischeren Fällen und bei jungen Individuen oft schon nach 2—5 Sitzungen der Fall. — Diese Erfahrungen wurden bestätigt von verschiedenen Ohrenärzten

(Poorten, Swanzy). Schade nur, dass die Verbreitung dieser rationellen Heilmethode so sehr abhängig ist von der manuellen Geschicklichkeit und Uebung in Handhabung des Katheters und Einführung des Paukenhöhlenkatheterchens.

Kehlkopfkrankheiten.

Die erregenden Wirkungen des galvanischen und faradischen Stromes hat man bis jetzt nur zur Behandlung von Lähmungen der Kehlkopfmuskeln, ferner von Anästhesie, in selteneren Fällen von Entzündungen der Kehlkopfschleimhaut verwendet.

Die Lähmungen der Kehlkopfmuskeln werden am einfachsten durch percutane Galvanisirung oder auch Faradisation des N. laryng. sup., namentlich des N. laryng. inferior und der Muskeln selbst behandelt. Ich habe im physiologischen Theil (S. 331) nachgewiesen, dass man von der Haut aus alle diese Theile selbst mit schwachen elektrischen Strömen treffen und erregen kann; ausserdem geht aus Hunderten von Beobachtungen von Bamberger, Gerhardt, Bruns, Tobold, Benedikt und mir unzweifelhaft hervor, dass der grösste Theil aller Kehlkopflähmungen, der überhaupt heilbar ist, mittelst percutaner Elektrisirung geheilt werden kann. Die hysterischen Lähmungen werden sogar nicht allein bei Ansatz der Elektroden am Halse, sondern auch bei Ansatz derselben an beiden Schläfen (Emminghaus) oder auch an beiden Warzenfortsätzen geheilt.

Von den nicht auf Hysterie beruhenden bieten die durch centrale Störungen bedingten entschieden eine jeder Behandlungsmethode gegenüber ungünstige Prognose; ebenso die durch Zerquetschung und Zerstörung des N. recurrens in Folge von Aneurysmen, Lymphdrüsentumoren und Kröpfe bedingten. Eine gute Prognose bieten die rheumatischen, durch Erkältung bedingten und mit Entzündungen einhergehenden Lähmungen. Nach mehreren Autoren scheint es übrigens auch in letzteren Fällen bei den verschiedenen Geschlechtern verschiedene Heilungsmöglichkeiten zu geben: Stimmbandlähmung bei Männern, welche länger als 3 Monate gedauert hat, soll unheilbar sein, während die Stimmbandlähmung bei Frauen selbst nach mehrjähriger Dauer noch geheilt werden kann.

Die Methoden der percutanen Elektrisirung bei Stimmbandlähmung sind verschieden; doch können sie alle zum Ziele führen. Man setzt zwei grosse plattenförmige Elektroden entweder auf beide Schildknorpelplatten seitlich auf und lässt mittelstarke und starke Ströme unter häufigem Oeffnen und Schliessen und unter Anwendung Volta'scher Alternativen, oder starke faradische Ströme quer durch den Kehlkopf gehen; oder man setzt die beiden Elektroden auf den Verlauf der beiden Nervi recurrentes oder immer auf den Verlauf je eines Nervus recurrens, namentlich bei einseitigen Lähmungen, und lässt galvanische oder faradische Ströme hindurch-

gehen; oder man setzt einen Pol auf das obere Pomum Adami sammt Ringknorpel, den anderen Pol auf die Halswirbelsäule und galvanisirt. Ich habe bei jeder dieser Methoden Heilung eintreten sehen.

Nachdem durch die Laryngologie die Möglichkeit gegeben worden war, eine scharfe Diagnose der einzelnen gelähmten Kehlkopfmuskeln zu stellen, haben namentlich Morell Mackenzie, v. Bruns und v. Ziemssen betont, dass man am besten durch Einführung einer oder zweier Elektroden in und an den Kehlkopf oder in die Sinus pyriformes bessere Ergebnisse erziele, als durch die percutane Elektrisirung. Sie haben deshalb theils einfache katheterförmige Elektroden, so dass nur ein Pol in den Kehlkopf geführt, der andere auf die Haut aufgesetzt wird, theils Doppelelektroden empfohlen, die entweder gleichzeitig in den Kehlkopf eingeführt werden oder so, dass eine in den Kehlkopf, die andere in den Sinus pyriformis zu liegen kommt. Namentlich v. Ziemssen glaubt, diese intralaryngeale Elektrisirungsmethode als die feinere, bessere der percutanen weit vorziehen zu sollen, giebt sogar eigene Vorschriften, wie man die einzelnen Muskeln treffen solle und glaubt, den elektrischen Strom nicht blos auf den M. arytänoideus transversus, sondern auch auf den M. crico-arytänoideus lateralis, thyreo-aryt. externus, crico-arytänoideus posticus, sowie auf die einzelnen Kehldeckelmuskeln localisiren zu können, ja, er giebt sogar an, welche Bewegungen im Kehlkopfe eintreten, wenn er diese einzelnen Muskeln reizt.

Allein in Wirklichkeit ist diese intralaryngeale Methode sogar die gröbere und unwirksamere, wie sich durch folgende Gründe ergeben wird: Einmal ist die Einführung der Elektroden in den Kehlkopf sehr unangenehm und bei Durchleitung von Strömen schmerzerregend; es tritt Glottiskrampf, heftiger Husten, Würgen ein, so dass die meisten Kranken sich gegen eine derartige Fortbehandlung entschieden sträuben, oder dass selbst, wenn sie dieselbe gestatten, doch immer nur ausserordentlich kurze Zeit elektrisirt werden kann. Es würde daher eine etwaige schwächere Wirkung der percutanen Elektrisirung, welche ich aber entschieden läugne, aufgewogen durch die lange Anwendungsmöglichkeit. Sodann ist es entschieden nur eine theoretische Meinung, man könne bei intralaryngealer Application die einzelnen Kehlkopfmuskeln reizen; denn dies ist nur in den äusserst seltenen Fällen möglich, wo gleichzeitig eine complete Anästhesie des Kehlkopfs vorhanden ist; in 999 von 1000 Fällen schliesst sich sogleich der Schlund- und Kehlkopf und es geht der Strom mindestens eben so grob durch den Kehlkopf hindurch wie bei percutaner Elektrisirung. Endlich trifft man mit der intralaryngealen Elektrisirung höchstens die Kehlkopfmuskeln und die in demselben liegenden Nervenendigungen. Wenn die Ursache der Lähmung im Nervenstamm liegt, und dessen gestörter Leitungsfähigkeit u. dergl., dann würde höchstens auf reflectorischem Wege

eine Beeinflussung desselben stattfinden. Es ist klar, dass zu letzterem Behufe percutane Elektrisirung weit vorzüglicher ist. Und wenn wir wirklich Reflexwirkung wünschten, so haben wir doch beim Kehlkopf nicht nöthig, mit dem elektrischen Strome die Schleimhaut zu reizen; da genügt schon, wie ich bereits schon im Jahre 1865 gezeigt habe, die Einführung einer einfachen Kehlkopfsonde. Endlich treten, wie v. Ziemssen selbst zugeben muss, durch diese intralaryngeale Methode selbst wieder Kehlkopfkrankheiten, nämlich Entzündungen der Schleimhaut ein.

Die anzuwendenden Ströme brauchen sowohl bei percutaner wie bei intralaryngealer Durchleitung nicht über mittelstark zu sein; auch soll man die Ströme nur ganz allmälig verstärken, um den Kranken nicht zu erschrecken. Diese Vorschrift erleidet einzig eine Ausnahme bei hysterischen Lähmungen, wo sogar heftige und plötzliche Ströme den wesentlichsten Antheil an der raschen Heilung und Wiederherstellung der Stimme haben.

Anästhesie der Kehlkopfschleimhaut wird am zweckmässigsten örtlich mit dem faradischen Strom behandelt; doch finden sich sehr hartnäckige Fälle.

Ueber die Heilwirkung bei Entzündung der Schleimhaut ist noch zu wenig bekannt.

Blasenkrankheiten.

Bei Parese und Lähmung der Blase und dadurch bedingter Zurückhaltung des Harns ist die Hauptsache jedenfalls häufiges Katheterisiren, um die zu starke Ausdehnung der Blase zu vermeiden und allmälig die Blasenmusculatur wieder arbeitsfähig zu machen. Unterstützt wird dann diese Hauptbehandlung durch kalte Douchen auf die Blasengegend, kalte Sitzbäder und durch galvanische oder faradische Behandlung der Blasenmusculatur selbst, indem am besten eine katheterförmige Elektrode unmittelbar in die Blase, die andere entweder in das Rectum oder das Mittelfleisch aufgesetzt wird.

Bei Incontinentia urinae und bei Enuresis nocturna thut man am besten, neben einem kräftigenden und hydropathischen Verfahren eine directe elektrische (faradische oder galvanische) Behandlung der Blase genau in der gleichen Weise wie bei Blasenlähmung vorzunehmen. Es liegen von Seeligmüller, E. Meyer u. A. vorzügliche Heilungsergebnisse vor, und ich selbst habe mich bei derartigen Leiden z. B. einem 20 Jahre dauernden nächtlichen Bettpissen überzeugt, dass in gar nicht zu vielen Sitzungen (7—30) vollständige Beseitigung dieses lästigen Uebels erzielt werden kann. Nie sollte man aber seine Zeit mit einer cutanen, die Blase nur zwischen sich nehmenden Elektrisirung verlieren; deren Wirksamkeit ist verschwindend gegen die der inneren Elektrisirung.

Krankheiten der männlichen Geschlechtsorgane.

Bei krankhaftem Saamenfluss (Spermatorrhoe) hat man ausser einer psychischen, roborirenden und Kaltwasserbehandlung, ferner ausser Einlegen von Bougies bei übermässiger Reizbarkeit der Harnröhre, Einführung adstringirender Mittel in dieselbe u. s. w. auch den constanten Strom versucht. Es wurde von Schulz, um eine supponirte, abnorme Reflexerregbarkeit des Rückenmarks her abzusetzen, ein starker absteigenderStrom (Anode auf die Wirbelsäule, Kathode auf den Damm oder auf das Kreuzbein) empfohlen. Benedikt lässt ebenfalls die Anode auf die Lendenwirbelsäule setzen, die Kathode labil längs der Saamenstränge und des Penis hinbewegen, oder er lässt eine katheterförmige Anode in die Harnröhre bis zum Caput gallinaginis einführen und eine Kathode labil längs der Saamenstränge fortbewegen. Dauer der Behandlung angeblich Wochen bis Monate lang; Dauer der Sitzungen bis 3 Minuten.

Unsere Erfahrungen über diese Behandlung liegen noch ganz im Argen. Jedenfalls muss man zunächst die jeweiligen Ursachen der Spermatorrhoe, welche sehr verschieden sein können, genau festgesetzt haben. Von vornherein darf man wohl sagen, dass der elektrische Strom in einer Reihe von Fällen vielleicht sogar schädlich wirken kann.

Bei der männlichen Impotenz empfiehlt Benedikt (welcher 3 verschiedene Formen unterscheidet, eine bei Masturbanten, dann eine zweite nach zu grossen Excessen in Venere vorkommende und eine dritte paralytische Form) dieselbe Methode der elektrischen Behandlung wie bei der Spermatorrhoe. Bei den beiden ersteren Formen werde man wohl durch eine psychische und tonisirende Behandlung, sowie durch eine gehörige Abstinenz allein zum Ziele kommen. Bei der paralytischen Form ist nach Curschmann die Prognose eine sehr ungünstige. Man solle sich bei dieser durch das oft sehr kräftige Aussehen der Kranken und die anscheinend völlige Integrität ihrer Geschlechtstheile nicht zu einer allzu günstigen Voraussage verleiten lassen. Schulz, M. Meyer, Duchenne unterscheiden eine Impotenz durch Anästhesie der Penishaut, eine solche durch Atonie der Musculi bulbo-cavernosi und durch Atonie der Ischio-cavernosi und empfehlen hier die örtliche Anwendung des inducirten Stromes; ferner eine Impotenz mit gleichzeitiger Hyperaesthesie des Penis, übermässig häufigen Pollutionen und verfrühten Ejaculationen und empfehlen hier den stabilen, absteigenden, constanten Strom längs der Wirbelsäule.

Auch bei manchen Formen von Aspermatismus hat man die Elektricität, doch, wie mir scheint, nicht auf günstige Erfahrungen gestützt, sondern aus theoretischen Erwägungen empfohlen.

Weibliche Zustände und Krankheiten.

Die Anwendung der Elektricität in der Geburtshülfe und Gynäkologie ist namentlich in Deuschland auf das äusserste vernachlässigt, trotzdem die betreffenden Krankheitszustände gerade nicht an einem Ueberfluss von guten Heilmethoden leiden. Es lassen sich deshalb auch noch nicht definitiv, sondern nur vermuthungsweise und auf nur wenige Beobachtungen gestützt vorläufig folgende Anschauungen aufstellen, wie sie Möbius zusammengefasst hat.

In der **Geburtshülfe** mag die Elektricität vielleicht mit Vortheil angewendet werden: 1) bei Wehenschwäche in der Austreibungs- und Nachgeburtsperiode und 2) bei starken Mutterblutungen, welche in Folge von Atonie des Uterus und bei Placenta praevia eintreten. Sicher ist sowohl durch Versuche an gesunden und kranken Menschen wie an Thieren festgestellt, dass die nicht schwangere und die schwangere Gebärmutter durch den elektrischen Strom in Contraction versetzt werden kann. Die Elektricität müsste demnach im Allgemeinen denselben Indicationen genügen können, wie das Mutterkorn und vor diesem sogar noch den Vorzug unmittelbarer Wirksamkeit, grösserer Wirkungssicherheit, genauer dem Grade der Reizbarkeit anzupassender Stärke, grösserer Aehnlichkeit der künstlichen Contraction mit der natürlichen, d. h. Vermeidung von Krampfwehen, und endlich grösserer Gefahrlosigkeit gegenüber den unangenehmen allgemeinen Wirkungen des Mutterkorns besitzen. 3) Man hat die Elektricität auch zur Einleitung künstlicher Frühgeburt empfohlen; allein Velponer hat nachgewiesen, dass in dieser Beziehung die Elektricität keine Vorzüge hat vor den anderen leichten und gefahrlosen hierzu dienlichen Methoden.

Möbius meint, dass der Einführung der Elektricität in die geburtshülfliche Praxis der Umstand entgegenstehe, dass im Moment, wo sie nothwendig sei, der elektrische Apparat nicht sogleich beschafft werden könne. Doch wäre dies meiner Ansicht nach bei der jetzigen Kleinheit und Handlichkeit der Apparate sicher kein Grund.

Von **Frauenkrankheiten** hat man angeblich Erfolge beobachtet, bei Amenorrhoe, Dysmenorrhoea membranacea, ferner bei Lageveränderung des Uterus und bei entzündlichen Störungen desselben.

Am verständlichsten wäre nach Möbius die Wirkung des Stromes bei den Lageveränderungen der Gebärmutter, welche von Schwäche oder Atrophie bestimmter Muskelbündel, besonders der den inneren Muttermund umgebenden herrühren. Da man den Uterinalmuskel besser wie jeden anderen der Elektricität zugäng-

lich machen kann; da derselbe nachgewiesenermassen stets mit Contractionen antwortet, so ist wenigstens kein Grund einsehbar, warum eine einfache, nicht degenerative Atrophie, um welche es sich in den meisten Fällen handelt, durch künstliche Erweckung von Zusammenziehung nicht beseitigt werden sollte. Tripier faradisirt den Uterus und zwar dessen hintere Wand (eine Knopfelektrode in den Uterus, die andere in den Mastdarm) zur Heilung von Anteversionen und -Flexionen und die vordere Wand (eine Elektrode in die Blase, die andere in den Uterus) zur Heilung von Retroversionen und Flexionen; in den Uterus habe immer der negative Pol zu kommen; am besten beginne man immer 5—6 Tage nach Aufhören der Menses.

Hinsichtlich der Amenorrhoe ist es ganz sicher, dass sehr oft während anderweitiger elektrotherapeutischer Curen bei weiblichen Individuen die Menstruation ohne oder gegen den Willen des Arztes früher als gewöhnlich erscheint, weshalb diese Heilwirkung auch bereits von einigen Gynäkologen anerkannt ist. Wahrscheinlich handelt es sich hier meistentheils um Reflexwirkungen auf die Blutdurchströmung der Genitalorgane, weil in den meisten Fällen die Periode eintritt, auch wenn ganz entfernte Theile, z. B. der Hals, die Arme, die Füsse elektrisirt worden sind.

Die Erfolge der Elektro-Therapie bei Dysmenorrhoea membranacea bezeichnet Moebius ebenso sicher wie geheimnissvoll.

Die Berichte über Heilung chronischer Metritis durch den faradischen Strom klingen wunderbar und zweifelhaft. Der Entzündungsvorgang selbst kann von der Elektricität wohl nicht direct beeinflusst werden; wohl aber ist es denkbar, dass durch Hervorrufen regelmässiger Contractionen an einem chronisch-entzündlichen infiltrirten Uterus in ähnlicher Weise eine Besserung der Entzündung bewirkt wird, wie bei Zellengewebsentzündungen an anderen Orten durch die Massage. Die sich zusammenziehenden Muskelfasern mögen das Exsudat nach der Richtung des geringsten Widerstandes treiben; ferner wird wohl hier wie überall durch die Contractionen der Kreislauf beschleunigt und damit der Stoffwechsel vermehrt werden. Moebius weist noch auf einen anderen, allerdings weniger begreiflichen Umstand hin, nämlich dass der reflectorische Apparat des Sexualsystems durch den elektrischen Reiz in ganz eigenthümlicher Weise beeinflusst zu werden scheine; besonders sicher sei dies für das männliche Sexualsystem festgestellt, bei dem man zuweilen eine seit Jahren bestehende Enuresis nocturna, eine Spermatorrhoe nach der einmaligen Application des elektrischen Reizes dauernd oder doch für längere Zeit verschwinden sehe. Wie dies zugehe, wisse man nicht; die Thatsache aber stehe fest, und es wäre möglich, dass man auch beim weiblichen Geschlechte ähnliche Erfahrungen machen könnte.

Ferner kann man günstige Erfolge von der Anwendung der Elektricität erwarten bei Abdomen laxum und seinen Folge-

zuständen, sowie bei Parese der Sphincteren von Blase und Mastdarm. Es handelt sich hier einfach nur um Stärkung erschlaffter Muskelfasern durch künstliche Erregung ihrer natürlichen Thätigkeit; und für diesen speciellen Fall möchte es wohl kein besseres Mittel als die Elektricität geben.

Auch die Hysteralgie als eine Neuralgie des Uterus mag galvanischen Einflüssen weichen. Doch sind die neuesten Angaben Neftel's und seine galvanische Behandlungsmethode der Neuralgien der Gebärmutter, der Ovarien und der Vagina (Querdurchströmung, Anode auf die Lendenwirbel, Kathode auf das Hypogastrium, starke Ströme) noch so wenig fest gegründet, dass erst weitere Beobachtungen abzuwarten sind.

Die elektrische Methode verdient nach Moebius aus folgenden Gründen besonderes Vertrauen in der Gynaekologie, einmal, weil sie absolut gefahrlos ist und kein anderes Mittel contraindicirt; sodann auch, weil sie vollkommen schmerzlos ist, da die directe Application an den Uterus ja doch nur Schleimhautflächen trifft, und auf diesen nach allen neueren Untersuchungen erst sehr starke Ströme unangenehm empfunden werden.

Hinsichtlich der Wahl beider Stromarten für eine gynaekologische Einwirkung glaubt Moebius mehr den faradischen Strom empfehlen zu müssen. Ohne selbst Erfahrungen in dieser Richtung zu besitzen, möchte ich für meine Person im Gegensatz zu dieser Meinung nur darauf aufmerksam machen, dass alle glatten Muskelfasern — und dazu gehört ja auch die Uterusmusculatur — von den kurzdauernden Inductionsströmen weniger leicht erregt werden, als von den länger dauernden galvanischen.

Die möglichen Methoden sind: a. einen Pol an den Muttermund, den anderen auf das Hypogastrium oder über eine Ovarialgegend; b. einen Pol an den Muttermund, den anderen in das Rectum oder an die hintere Blasenwand; c. einen Pol mittelst der elektrischen Sonde in die Uterushöhle, den anderen an einen der schon genannten Punkte; d. einen Pol in das Rectum, den anderen an die hintere Blasenwand (bei Jungfrauen); e. beide Pole an die Portio vaginalis mittelst einer doppelten Uteruselektrode zu setzen.

Im Allgemeinen wird man mit den mildesten Applicationen beginnen und erst dann, wenn keine Besserung eintritt, zu eingreifenderen Proceduren weitergehen. v. Ziemssen empfiehlt für die meisten Fälle den negativen Pol der Portio vaginalis zu appliciren, den positiven vom Rectum aus an die hintere Uteruswand anzulegen.

Mag man die Elektroden direct in den Uterus oder in die Blase oder in den Mastdarm bringen, immer wird sich die Empfindlichkeit der Schleimhaut geringer erweisen, als die der äusseren Haut.

Nervöses Erbrechen Schwangerer.

Die Angabe vieler Autoren, dass faradische und galvanische Behandlung des Epigastriums (beide Elektroden nahe aneinander aufgesetzt) Heilung ganz verzweifelter Fälle von Erbrechen bewirkt habe, kann ich aus mehrfacher eigener Erfahrung bestätigen. Mit gleichem Erfolge haben die Einen die beiden Pole des Inductionsapparates nahe aneinander auf die Herzgrube oder in die Magengegend gesetzt und den Strom 5 Minuten lang einwirken lassen (Popper), Andere beide Elektroden eines schwachen und mittelstarken Stromes mehrmals während einer Mahlzeit auf die Herzgrube aufgesetzt (Bricheteau); Andere haben den absteigenden constanten Strom in der Weise angewendet, dass die kleine Anode in den Nacken, die breite Kathode in die Herzgrube gedrückt und der Strom täglich mehrmals 5—7 Minuten lang durchgeleitet wurde (Bensberg). Nach letzterem tritt sehr bald nach dem Aufsetzen der Elektroden unter deutlich hörbarem gurrenden Geräusche eine lebhafte Darmperistaltik ein; es hört die Beklemmung und das Gefühl des Zugeschnürtseins sofort nach der Sitzung auf und stellt sich ein lebhafter Appetit ein. Schon nach wenigen Sitzungen habe sich die hochgradige Abgespanntheit und das Gefühl der absoluten Arbeitsunfähigkeit soweit verloren gehabt, dass die Frauen ihre gewohnten häuslichen Arbeiten wieder aufnehmen konnten.

Ob die in neuerer Zeit so sehr empfohlene Dilatation des Cervix uteri oder diese elektrische Behandlung zur Heilung des sog. unstillbaren Erbrechens Schwangerer vorzuziehen sei, darüber liegen noch keine vergleichenden Beobachtungen vor.

Unterleibskrankheiten.

Man hat galvanisch oder faradisch behandelt:

Magenerweiterung, theils durch Faradisiren der Bauchdecken, theils durch Einführen einer geeigneten Elektrode in den Magen selbst (Kussmaul).

Verstopfung hat (Erb, Curci, Bucquoy, Ballonhey) in den hartnäckigsten, auf allen möglichen Ursachen (sowohl paralytischen Zuständen, wie auf Torsion, Intussusception u. s. w.) beruhenden und in anderer Weise unheilbaren Fällen wunderbare (!) Heilungen gesehen. Methode: Zuerst beide Elektroden auf die Bauchdecken; Anode auf der die Verstopfung verursachende Stelle (?!) und 2 minütliche Durchleitung eines constanten Stromes. Sodann Anode in's Rectum und Durchleiten eines faradischen Stromes 3 bis 4 Minuten lang mit wenigen Unterbrechungen. Sodann ohne Pause Einschalten des constanten Stromes, wieder Anode im Rectum, häufige Oeffnungen nach 6—7 Minuten langem Ausruhen der

Kranken und bei nicht eintretender Besserung Wiederholung derselben Methode 3—4mal täglich.

Ascites durch täglich mehrmal wiederholte Faradisation der Bauchmuskeln (Glax).

Alte inveterirte Milztumoren durch faradische Pinselung der Haut in der Milzgegend (Chvostek).

Unterdrückte Se- und Excretionen.

Dass die Secrete vieler Drüsen, z. B. der Speichel-, Schweiss- und dergleichen Drüsen durch elektrische Reizung von deren secretorischen Nerven zur Abscheidung und zwar zu einer sehr gesteigerten Abscheidung gebracht werden können, ist eine physiologisch fest begründete Thatsache. Ob dasselbe aber auch gelingt bei Reizung der Drüsen und deren Umgegend am unverletzten Körper, steht noch dahin. Nichtsdestoweniger hat man dennoch bei krankhafter Unterdrückung mancher Drüsensecretionen den faradischen und galvanischen Strom angewendet und angeblich Erfolge damit erzielt. So glaubt M. Meyer, unterdrückte Fussschweisse durch cutane Faradisation wieder hervorgerufen zu haben. Ich möchte meinen, nach meinen physiologischen Versuchen am Thiere, dass galvanische Reizungen im Verlaufe des N. ischiadicus sicherer wirken müssten; doch fehlen mir praktische Erfahrungen, ob dieser Nerv auch bei percutaner Reizung am unverletzten Körper von hinreichend wirksamen Stromschleifen getroffen wird.

Auch für die stockende Milchsecretion giebt Aubert an, durch Faradisirung der Haut des Busens, Becquerel durch Application eines schnellschlägigen galvanischen Stromes mittelst feuchter Elektroden auf verschiedene Stellen des Busens dieselbe wieder hervorgerufen zu haben. Von deutschen Autoren liegen hierüber meines Wissens keine Mittheilungen vor, weshalb ich mir hinsichtlich der Annahme obiger Mittheilung die grösste Reserve auflege.

III. Elektrolytische Behandlung der Geschwülste, Entzündungen, Geschwüre, Narben, Exsudationen und Gefässkrankheiten.

Allgemeine Vorbemerkungen.

Wir haben in der Einleitung bereits darauf hingewiesen, dass wahrscheinlich allen elektrophysiologischen und elektrotherapeutischen Vorgängen doch im letzten Grunde nur elektrolytische Vorgänge zu Grunde liegen. Nichtsdestoweniger unterscheidet man

gegenwärtig nach der grobsinnlichen Wahrnehmung und glaubt die oben abgehandelten Lähmungs-, Krampf- und Sensibilitätskrankheiten nur von erregbarkeitssteigernden und -vermindernden Wirkungen des elektrischen Stromes abhängig, die nun zu behandelnden aber mehr von den eigentlich elektrolytischen und den katalytischen (vergl. S. 282—286, 382—386).

Man benutzt in dieser durch Elektro- oder wie man auch sagt, durch Galvanolyse zu heilenden Krankheitsreihe sowohl die bei der Elektrolyse näher auseinandergesetzte Aetzwirkung der beiden Pole; ferner die coagulirende Wirkung der Anode und die auflösende Wirkung der Kathode. Ausserdem schreibt man diesen Einwirkungen noch eine Resorptionsbeförderung auf kata- und elektrolytischem Wege zu.

Die Aetzwirkung des elektrischen Stromes hat eine Reihe von Vortheilen anderen Aetzmitteln gegenüber, nämlich: die Möglichkeit, nur mit sehr geringen oder gar keinen Schmerzen und ohne psychische Erregung der Kranken, ferner ohne Blutung Körpergewebe zu zerstören, auch an ganz verborgenen Stellen, an welche man mit anderen Aetzmitteln nicht hingelangen kann. Aber sie hat auch Nachtheile, nämlich die zu langsame und zu unbedeutende Wirkung und andererseits bei zu intensiven Strömen und zu vielen eingeführten Galvanopunkturnadeln die Gefahr heftiger Entzündung, die zu Verjauchung und sogar zu Pyämie und Septikämie führen kann. Auch darf man nie ausser Acht lassen, dass bei elektrolytischen Aetzungen am Kopf nebenbei durch zu lange Durchströmung des Gehirns Kopfweh. Schwindel und noch schwerere Zustände hervorgerufen werden können.

Hinsichtlich der coagulirenden Wirkung, die man z. B. zur Verödung von Gefässectasien benutzen kann, meint v. Bruns, man könne gegenwärtig noch nicht einmal mit Sicherheit sagen, ob die elektrolytischen Gewebs- und Blutgerinnsel die Fähigkeit besitzen, sich einzuorganisiren, etwa in der Art, wie die an der Unterbindungsstelle einer Arterie entstandene Blutgerinnung. Von letzterer und von anderen Blutgerinnungen wisse man, dass sie sich mit Blutgefässen durchziehen und sich als lebendiges Glied dem Organismus einordnen, während man von den elektrolytischen Gerinnseln nicht wisse, ob sie nach ihrer Bildung wieder zerfallen, sich auflösen und zertheilen und mit dem Blute weiter fortgeschwemmt werden, oder ob sie, gleichsam als todte Stoffe und als Fremdkörper auf ihre Umgebung wirkend, Entzündung und Eiterung und Ausstossung bedingen. Ich selbst habe bei der elektrolytischen mittelst der coagulirenden Anodenwirkung zu Stande gebrachten Verödung einer ausgebreiteten Teleangiectasie die unzweifelhafte Beobachtung gemacht, dass sich die Gerinnsel sehr leicht und schnell organisiren und dass die Heilung in vorzüglich schneller Weise vor sich geht. Ich habe dabei die entschiedene Ueberzeugung gewonnen, dass auch die Gefässwandungen durch die elektrolytische Wirkun-

gen der durchgestochenen Nadeln nicht im Geringsten bezüglich des Wundverlaufs schädlich beeinflusst werden.

Auch die gewebsverflüssigende Wirkungen eingestochener, mit der Kathode verbundener Nadeln habe ich für meine Person in einer ziemlichen Anzahl von Fällen als ungefährlich befunden. Es wird immer nur das in nächster Nähe der Nadeln befindliche Gewebe verflüssigt; die Wirkung ist keine weit um sich greifende. Es tritt zwar sehr leicht eine länger dauernde Blutung ein, wenn ein Gefäss getroffen ist, ohne dass dieselbe jedoch in meinen Fällen (lauter Galvanopunkturen von Kröpfen) je eine gefahrdrohende Höhe erreichten. Letzteres kann allerdings rein zufällig sein; doch sind mir auch in der Literatur keine Fälle von schwerer Blutung nach Einstossung negativer Polnadeln in die Gewebe zu Gesicht gekommen.

Auf eine resorptionsbefördernde Wirkung hat man geschlossen, weil man unter Anwendung des galvanischen, wie faradischen Stromes Geschwülste zurückgehen sah. Das Wie? ist aber noch gänzlich unbekannt.

Elektrolytische Behandlungsmethoden.

Zur Hervorrufung elektrolytischer Wirkungen hat man keine eigenen elektrischen Apparate nöthig. Es genügen hierzu die oben S. 219 angegebenen transportablen kleinen oder grossen constanten galvanischen Apparate mit ihren kleinen Elementen.

Als Elektroden kann man die gewöhnlichen platten- und knopfförmigen anwenden, wenn man nur von der Haut aus zu wirken beabsichtigt. Will man die Haut selbst nicht verletzen, so wendet man entweder nur unpolarisirbare oder nur Schwammelektroden an. Will man dagegen die Haut und benachbarte Theile ätzen, so wendet man, wenn man beide Pole hierzu verwenden will, zwei gleich grosse Platten an; wenn man dagegen nur einen Pol benutzen will, eine der Grösse der zu zerstörenden Stelle entsprechende Platte; für die an einen indifferenten Punkt dagegen zu setzende, eine grosse Schwammelektrode an. Die Kathode kann aus jedem Metall gefertigt sein, da das daran sich ausscheidende Alkali kein Metall anfrisst; für die Anode aber wählt man am besten Platinblech, weil alle anderen Metalle von der an der Anode sich abscheidenden Säure zerfressen werden. Wenn man allerdings eine sehr hochgradig zerstörende Wirkung mit dem positiven Pole ausüben will, so nimmt man hierfür am besten eine Zinkplatte, weil das daran sich bildende salzsaure Zink die Aetzwirkung wesentlich verstärkt. Bedeutend schneller geht die Aetzwirkung vor sich, wenn man dafür sorgt, dass die neben dem Pole gelegene Hautpartie regelmässig feucht gehalten wird.

Wenn man tief in die Gewebe hinein elektrolytisch wirken will, z. B. bei Geschwülsten, so wendet man am besten sehr feine

nadelförmige Instrumente an (Elektro- oder Galvanopunktur). Mir haben feine verzinkte Stahlnadeln immer am besten gefallen. Will man gleichzeitig viele Nadeln einstechen, so muss man natürlich für eine passende Verbindung mit dem betreffenden Pole der Batterie sorgen. Am einfachsten verbindet man die Nadeln fest mit feinen Drähten, welche man mit der Hand an ihren Enden zusammenfassen und auf diese Weise mit einer einzigen Elektrode in Verbindung setzen kann.

Man kann dann auch hier entweder bald alle beide Pole gleichzeitig, bald nur einen einzigen, nämlich nur den negativen oder nur den positiven Pol mit den eingestochenen Nadeln in Verbindung setzen.

Bei dem cutanen Verfahren setzt man die Elektroden so auf, dass der Strom quer durch die zu beeinflussende Stelle geht. Die Stromrichtung scheint gleichgültig zu sein, wennschon aus theoretischen Gründen auch hierfür von Remak Regeln aufgestellt worden sind und der absteigende Strom für alterirende, der aufsteigende Strom für resorbirende Wirkungen vorgeschlagen wurde. Wendet man Nadeln an, so kann man eine oder gleichzeitig viele (ich habe schon bis 30 auf einmal eingestochen) anwenden, auch wenn man nur die Wirkung eines einzigen Pols haben will.

Wie viel Elemente zu der beabsichtigten Wirkung nöthig sind, muss man immer ausprobiren. Die Stärke des Stromes hat sich einestheils nach der Empfindlichkeit des Kranken, anderentheils nach der Grösse der beabsichtigten Wirkung zu richten.

Dauer der Sitzung 1 bis 10 Minuten; doch kann sie auch auf $^1/_2$ Stunde und noch länger ausgedehnt werden. Es lässt sich darüber keine bestimmte Regel geben; in jedem einzelnen Falle kann immer nur der Erfolg darüber entscheiden. Jedenfalls hat man bei längeren Sitzungen immer dafür zu sorgen, dass keine Polarisation eintritt und der Strom entweder aufhört oder sich gar umkehrt. Am besten entgeht man diesem Uebelstand durch öfteres Oeffnen des Stromes und Pausen in der Durchleitung von der Dauer etwa $^1/_2$ Minute. Es finden sich Angaben, dass man die Ernährung der durchströmten Gewebe am intensivsten beeinflusse, wenn man nur eben fühlbare Ströme durchleite, recht häufig öffne und wende, um nicht durch Ueberreizung eine Parese der leidenden Nerven zu bewirken.

Die im physiologischen Theil besprochene elektrolytische Einleitung von Jod durch Geschwülste (Struma, Lymphdrüsen, Prostata), oder durch seröse Ergüsse in Gelenken und Säcken hat keinen rechten Sinn, da man das Jod ja als Jodnatrium in viel grösseren Mengen und leichter vom Magen aus in die Säftemasse bringen und andererseits die gewöhnliche Elektrolyse mit dieser innerlichen Jodbehandlung verbinden kann. Zudem lauten die Ergebnisse des zuverlässigen v. Bruns gar nicht ermunternd. Ich habe eine Zeit lang selbst diese Methode bei vielen Strumen

angewendet; aber nie bessere Erfolge als von der gewöhnlichen Jod- oder elektrischen Behandlung gesehen.

Elektrolytisch behandelte Krankheiten.

Geschwülste und Neubildungen.

Die Geschwülste werden fast immer mit Einstechen von Nadeln, welche mit der Kathode verbunden sind, behandelt; sie verkleinern sich dadurch entweder ohne nennenswerthe Reaction oder in Folge von Entzündung und Eiterung, welche beiden Zustände ihrerseits wieder durch die Operation bedingt sind.

1) Neubildungen. Es liegen Fälle vor von geheilten kleinen Naevi, Papillomen, Fibroiden und Balggeschwülsten in der Haut, von Nasen- und Rachenpolypen (Althaus, Scudetten, Nélaton); dagegen herrscht fast Einstimmigkeit über den geringen Erfolg dieser Behandlungsmethode bei Fett- und Krebsgeschwülsten. Die Angabe Neftel's von elektrischer Heilung einer grossen Krebsgeschwulst und gleichzeitig auch der vorhandenen allgemeinen Carcinose vermag ich nicht zu glauben.

Jedenfalls sind, wie Bruns ausdrücklich angiebt und wie auch ich gefunden habe, die Erfolge der elektrolytischen Behandlung bei diesen Geschwülsten keine grossartigen, treten nur sehr langsam ein, sind fast immer unvollständig und können mit dem Messer weitaus einfacher und zweckmässiger erreicht werden. Comegys theilt sogar einen Fall mit, wo ein kleines recidivirendes Fibrom durch Anwendung der Galvanopunktur alle Eigenschaften einer bösen Geschwulst annahm. Ich stehe nicht an, die elektrolytische Behandlung der meisten Geschwülste für eine Spielerei zu erklären.

2) Geschwollene Lymphdrüsen (Bubonen). Auch diese sind keine besonders günstige Heilungsobjecte für die Elektrolyse. Zwar hat R. Remak bei einem Mädchen geschwollene und schmerzhafte Lymphdrüsen am Halse in auffallend kurzer Zeit galvanisch geheilt und M. Meyer eine hühnerei- und eine kopfgrosse Lymphdrüsengeschwulst in 60, bezw. 273 Sitzungen von im Durchschnitt einstündlicher Dauer, und kleinere Lymphdrüsen in neuerer Zeit sogar schon in 2 bis 8 Sitzungen durch Querleitung eines Inductionsstromes geheilt. Andere sahen von der Durchleitung eines constanten Stromes Verkleinerung oder gänzliches Verschwinden solcher Geschwülste. Ferner berichtet Demarquay und Scudetten von Heilungen auf dem Wege der Galvanopunktur. Aber nach meinen persönlichen Erfahrungen scheint es mehr Lymphdrüsengeschwülste zu geben, die nicht auf diesem Wege geheilt werden. Viel bessere Erfolge hat man entschieden von einer Behandlung mittelst dauernder Compression durch aufgelegte Metallplatten,

durch starke Frottirung der darüber gelegenen Haut mit Lösungen von grüner Seife, mit Massirung und schliesslich mit dem Messer.

3) Kropfgeschwulst. Einfach markige vergrösserte, nicht zu alte Anschwellungen der Schilddrüse weichen, wie ich gleich vielen Beobachtern bestätigen kann, sowohl der Querdurchleitung eines faradischen wie galvanischen Stromes. Doch lässt es sich nicht von vornherein bestimmen, welche von diesen Schwellungen elektrisch heilbar sind, welche nicht; jedenfalls giebt es auch elektrisch unheilbare (Chvostek, v. Bruns). Auch ist die Behandlung mittelst innerlichen Gebrauchs von Jodnatrium (3—5 Grm. täglich) der elektrischen Behandlung mindestens gleichwerthig, wahrscheinlich aber vorzuziehen.

In mehreren Fällen von ausserordentlich starkem Struma mit hochgradigen Athembeschwerden fand ich ein Einstechen von Nadeln und Durchleiten des galvanischen Stromes mit der Kathode von auffallend raschem Erfolge gegen die Athembeschwerden. Schon nach 1 oder 2 Sitzungen wurden dieselben entweder subjectiv nicht mehr oder objectiv bedeutend weniger wahrgenommen. Es war mir jedoch unmöglich, eine Erklärung hierfür zu finden.

4) Cystengeschwülste, Hydrocele. Zwar werden von Querdurchleitung und Galvanopunktur Fälle von Besserung und Heilung berichtet, doch können dieselben von den nüchternen v. Bruns und Ultzmann nicht bestätigt und scheinen auch durch die einfache Acupunktur etwa in gleicher Weise beeinflusst zu werden.

5) Geschwülste verschiedener Art. Ausserdem hat man elektrolytische Methoden noch empfohlen bei Schwellungen der Hoden, der Ovarien, des Uterus, der Prostata, ferner auf dem Wege der Galvanopunktur die Behandlung von Hydatidengeschwülsten der Leber (Einsenkung von Kathodennadeln in dieselben durch die Bauchhaut hindurch). Jedoch sind in all diesen Beziehungen unsere Erfahrungen noch zu unbedeutend; manche Mittheilungen leiden noch an innerer Unglaubwürdigkeit; in sehr vielen Fällen wurden auch andere Mittel gleichzeitig mit angewendet.

Entzündungen.

Was frische Entzündungen anlangt, so hält R. Remak die Galvanisation, Weisflog die Faradisation für ein vortreffliches, ja bei traumatischen Entzündungen für das kräftigste, unfehlbarste und wegen ihrer anästhesirenden Wirkungen zugleich werthvollste, jedes andere weit übertreffende Antiphlogisticum. Die Faradisation sistire nicht blos den entzündlichen Process, sondern sie führe gleichzeitig die Resorption der Entzündungsproducte durch, und zwar ebensowohl seröser, wie seropurulenter und blutiger.

Wenn das Entzündungsgebiet von unverletzter Haut bedeckt

ist, wendet Weisflog nur grosse Schwammelektroden an; wenn dagegen das betreffende Körpergebiet wund ist, wie bei Geschwüren, Verbrennungen, Operationswunden, so bedient er sich entweder des Wassers als Leiter (indem er den kranken Theil in einem mit Wasser von 5—30° C. gefüllten passenden Gefäss untertaucht und die Gefässe, wenn sie aus Blech oder Kupfer sind, einfach mit dem einen Poldraht verbindet, bei hölzernen und anderen nicht leitenden Gefässen dagegen die Elektrode einfach auf deren Boden in's Wasser legt; der Kettenschluss kann dann durch die andere Elektrode an irgend einer indifferenten Stelle des Körpers bethätigt werden); oder er leitet die Elektricität auf grossen Flächen durch solide Elektroden ein, wenn man an der kranken Stelle Wasser nicht gut benutzen kann.

Die Dauer der Weisflog'schen faradischen Bäder darf eine Stunde lang sein; auch sollen dieselben oft wiederholt werden; man kann die Angehörigen instruiren, so dass der Arzt selbst nicht zu viel Zeit damit verliert. — Weisflog behandelt in dieser Weise

1) Geschwüre, namentlich phagedänische und sehr schmerzhafte; hier werden nur die Schmerzen beseitigt, die Heilung wird nicht gefördert.

2) Gelenkentzündungen acute. Es wird dabei ein schwacher, keine Muskelzuckungen hervorrufender faradischer Strom in wiederholten aber kurzdauernden Sitzungen sowohl durch das Gelenk, als aufsteigend in der Richtung des zurückfliessenden Blutes durchgeleitet. Namentlich a. die traumatischen und sogenannten scrophulösen, bei jugendlichen Individuen spontan auftretenden und die sogenannten symptomatischen, ferner b. auch die gichtische Gelenkentzündung wird dadurch geheilt. Gegen die ersten gebe es vielleicht kein besseres Mittel; es könne rasch nach dem Insult angewendet werden und helfe schnell und sicher auch gegen die dabei gesetzten Exsudate.

Entschieden verschlimmert aber werden durch Faradisation nach W. der acute Gelenkrheumatismus, die difformirende senile Arthritis (Malum coxae senile), ferner alle auf specifischer Infection (Syphilis) beruhenden und der specifische acute und chronische Gelenkrheumatismus. Eine elektrische Behandlung des acuten Gelenkrheumatismus nach Drosdoff u. A. scheint mir überhaupt durch die Salicylsäurebehandlung ganz überflüssig zu sein.

Andere Autoren haben dagegen auch

3) Chronische Entzündungen mit ihren Folgezuständen, ihren bald flüssigen, bald starren Ausschwitzungen in und zwischen den Geweben, ihren Flüssigkeitsergüssen in seröse Säcke, Sehnenscheiden, Gelenken mit angeblich günstigem Erfolge behandelt, durch cutane und percutane Galvanisation, Querdurchströmung, Volta'scher Alternative, aufsteigende Ströme (Remak, Benedikt, Chvostek).

v. Bruns hat bei seröser, fungöser und villöser Gelenkentzündung von cutaner Galvanisation niemals eine so auffallende

Besserung beobachtet, dass er sich getraut hätte, dieselbe lediglich auf Rechnung dieses Mittels und nicht etwa der gleichzeitig eingehaltenen ruhigen Bettlage zu schreiben. Nur das jedesmalige Aufhören der bis zur Sitzung vorhandenen heftigen Schmerzen in dem kranken Gelenke nach jedesmaligem Galvanisiren konnte er wiederholt constatiren.

4) Erysipel hat C. Schwalbe angeblich sehr günstig durch Geisselung behandelt.

Exsudative Zustände.

Theoretisch hat man aus den elektrolytischen und erregenden Stromwirkungen geschlossen, dass die elektrischen Ströme einerseits die Aufsaugung von entzündlichen Exsudationen bewirken, andererseits die dabei vorkommenden Schmerzempfindungen beseitigen könnten. Man hat namentlich die rheumatischen und traumatischen Gelenkexsudationen und Muskelexsudationen elektrisch behandelt und rühmt sowohl die Querdurchleitung des constanten, wie des faradischen Stromes (R. Remak, Fromhold, M. Meyer), wie das Aufsetzen der Anode auf die entzündete Stelle, der Kathode ausserhalb der entzündeten Stelle auf (in der Nähe befindliche) Muskeln (Remak). Die Sitzungen sollen bis 10 Minuten lang andauern; bei Anwendung des constanten Stromes soll ein häufiger Wechsel der Stromrichtung vorgenommen werden (Fromhold). In dieser Weise könne man selbst Monate lang bestandene, heftige, rheumatische Gelenkschmerzen schon in einer einzigen Sitzung mit dem Inductionsstrom beseitigen. Wenn einmal, sei es durch den constanten, sei es durch den faradischen Strom, ein Nachlass der Schmerzen eingetreten sei, dann folge auch Aufsaugung des Exsudats und Beseitigung des Entzündungsprocesses bald nach. Trete jedoch nach mässigen Strömen sogar Schmerzvermehrung ein, so müsse man dieselben aussetzen und zuerst local antiphlogistisch vorgehen (M. Meyer). Nach E. Remak werden, so lange die spontanen Schmerzen noch vorwalten, die für die Resorption wirksamen labilen Ströme und Stromwendungen nicht vertragen; dagegen sind labile, mittelstarke Ströme von sehr günstigem Einfluss auf die Beweglichkeit der Gelenke.

Auch bei gichtischen Gelenkaffectionen (Arthritis nodosa und deformans) will M. Meyer von Galvanisationen des Sympathicus vollständige Heilung beobachtet haben; bei der eigentlichen Gicht (Arthritis vera) dagegen dürfe man während des acuten Stadiums nur die bekannten inneren Mittel anwenden; nach Erlöschen des Fiebers dagegen führten starke constante und auch kräftige Inductionsströme vollständige Beseitigung der Gichtknoten herbei; doch müsse man vor einer halbjährigen, ja ganzjährigen, täglichen Anwendung solcher Ströme nicht zurückschrecken und dürfe sich von anfänglich geringen Fortschritten nicht abschrecken lassen.

Geschwüre.

Man hat zwar auch zur Heilung der Geschwüre die Elektrolyse verwendet und namentlich den auf dieselben gesetzten positiven Pol; auch hat man kleine aus Silber und Zink bestehende Plattenelemente, die mittelst eines Kupferdrahtes mit einander in Verbindung gesetzt waren, auf die Geschwüre aufgebunden. Allein die hierbei beobachtete Heilwirkung wird durch jedes Aetzmittel oder stärkere antiseptische Mittel in viel kürzerer Zeit und viel energischer bewirkt, so dass die elekrolytische Behandlung der Geschwüre vorläufig noch als eine unbedeutende und nicht empfehlenswerthe Methode bezeichnet werden muss.

Aneurysmen und Varicositäten der Venen, Angiome und Teleangiektasien.

Dieselben werden am zweckmässigsten immer durch Einstechen von feinsten verzinkten Stahlnadeln, die mit dem positiven Pole verbunden sind, behandelt, während die Kathode auf die Haut in der Nähe gehalten wird.

Ueber die Aneurysmen liegen einzelne Heilerfolge, allerdings auch sehr schlimme Erfahrungen vor. Selbstverständlich muss je nach dem Sitz, der Grösse und der Ausdehnung des Aneurysma die Prognose sich verschieden gestalten. Die Ciniselli'schen Einstiche, sowohl von Anode-, wie Kathodenadeln in das Aneurysma scheint mir durchaus verwerflich; auch die neueren französischen und englischen Beobachter wenden nur noch die Anodenwirkung an. Robin führt ähnlich wie Dickson Man 2 bis 3 Nadeln von Eisen in das Aneurysma, immer etwa 1,5 Ctm. auseinander und genügend tief und verbindet sie ausschliesslich mit der Anode, und zwar nach einander, nicht gleichzeitig. Ein mittelstarker Strom wird ein- und ausgeschlichen und wird etwa 10—20 Minuten in Gang erhalten. Die Kathode wird mittelst einer grossen Schwammelektrode am Schenkel aufgesetzt. Am Schluss jeder Sitzung werden die Nadeln langsam und mit grosser Vorsicht herausgezogen und der Kranke einige Stunden in absoluter Ruhe erhalten.

Die in derselben Weise durch Galvanopunktur behandelten varicösen Venen heilen nach den Einen durch die Gerinnung der Blutsäule in dem Venenrohr und die nachfolgende Organisirung dieser Thromben; nach den Anderen, zu denen v. Bruns gehört, einfach in Folge einer durch den Reiz des elektrischen Stromes veranlassten Contraction der Venenwandung mit nachfolgender Verschrumpfung derselben; von Gerinnung oder Thrombenbildung sei nichts zu finden gewesen. C. Schwalbe wendet bei Varicositäten der unteren Extremitäten die elektrische Geissel in der Weise an, dass er unten

beginnt, und jede Stelle, auch wo keine Venen sind, nur einen Augenblick geisselnd in 5—10 Minuten nach oben vorwärts schreitet. Der Strom soll nur mittelstark sein und auf jede Hautstelle nur einen Moment einwirken; doch darf man in einer Sitzung das ganze Verfahren 5—10 Mal wiederholen. 1—2 Sitzungen täglich. Der Erfolg zeigt sich weniger im Verschwinden der Varicen, als vielmehr in Beseitigung der secundären Erscheinungen, der Schmerzen, Oedeme und Infiltrationen; auch bei Ulcus chronicum mit und ohne Varicen wirkt die Geisselung der umgebenden infiltrirten Haut sehr günstig. Auch hier fehlen noch ausgiebige Erfahrungen.

Ueber die Heilung der Angiome und Teleangiektasien liegen theils sehr ungünstige Ergebnisse vor von Billroth, Ciniselli, indem starke Entzündung, Eiterung, ja einmal sogar Pyämie und tödtlicher Ausgang die Folge war, und drei günstige, nämlich Verkleinerung einer teleangiektatisch cavernösen Geschwulst am Kopf eines 2jährigen Knaben auf die Hälfte ihres Umfanges (Jüngken), Beseitigung einer erbsengrossen derartigen Geschwulst am unteren Augenlid (Althaus); vollständige Beseitigung eines grossen, stark wachsenden, teleangiektatischen Angioms der einen Nasenhälfte bei einem 1jährigen Kinde (Rossbach). Gerade bei Teleangiektasien kann ich aus eigener Erfahrung die Galvanopunktur in der angegebenen Weise sehr empfehlen.

Stricturen der Harnröhre

hat man in der Weise zu behandeln gesucht, dass man eine geeignete katheterförmige, bis auf eine Stelle mit einem isolirenden Ueberzuge versehene negative Elektrode (namentlich ist eine von Bruns angegebene zu empfehlen) so in dieselbe einführt, dass gerade der entblösste metallene Theil in die Strictur zu liegen kommt, und die Anode auf irgend einen indifferenten Punkt der Haut aufsetzt. Dauer der Sitzung 5—15 Minuten. Es liegen viele günstige Erfahrungen namentlich von Mallez und Tripier, ferner von Newman, weniger günstige von Couriard vor. Nach ersteren verursacht dieses Verfahren nur wenig Schmerz, geringe Entzündung und rasche Erweiterung der verengten Stelle. Die Narben blieben weich und dehnbar und hätten keine Neigung zur Zusammenziehung. Unmöglich erscheinen uns diese Angaben nicht.

Pseudarthrosen.

Mittelst eingestochener, galvanisch durchströmter Nadeln wollen Einige (Burmann, Hahn) Heilung erzielt haben; Bruns hat in drei Fällen auch nicht den geringsten Erfolg davon gesehen.

Viertes Hauptstück.

Die physiologische Wirkung und therapeutische Anwendung der Galvanokaustik.[1])

Die physiologischen Wirkungen.

Von den Wirkungen der Galvanokaustik zunächst auf die Haut besitzen wir eine sehr gute Beschreibung von Bruns.

Kurzdauernde Einwirkung eines weissglühenden Galvanokauters erzeugt auf der Haut nur einen sehr kleinen bräunlichen Brandschorf; länger aufgedrückt verursacht er ein pratzelndes Verbrennen des Fleisches unter Aufsteigen von Rauch und starkem Brandgeruch; zugleich sinkt das Instrument tief in die Haut ein und bildet je nach seiner Form einen Schnitt oder ein Loch, das von einem schwärzlichen Brandschorf begrenzt ist. Durch die Berührung mit der Haut und eventuell mit Blut kühlt sich das Instrument immer sehr rasch ab, so dass es dann nicht mehr brennt, sondern sogar an das gekohlte Gewebe so fest anklebt, dass man es nur mit einer gewissen Gewalt und zusammen mit dem Brandschorf herausreissen kann und durch diesen rohen Act dann stets eine Blutung verursacht. Diesen Missstand kann man vollständig vermeiden, wenn man den Galvanokauter immer nur einen Augenblick in Verbindung mit dem Gewebe lässt, ihn sogleich wieder herauszieht und erst wieder in die Gewebe hineinbringt, wenn das Instrument stark glühend geworden ist. Man kann auf diese Weise alle capillären Blutungen vermeiden und doch Alles zerstören, was man will; auch geht auf diese Weise die Operation nicht einmal langsamer vor sich.

Bei Durchtrennung von nur capillären Gefässen reicht der durch den Galvanokauter gesetzte Brandschorf hin, um jede Blutung unmöglich zu machen und eine vollständig trockene Schnitt- und Operationswunde herzustellen. Sobald aber der Durchmesser des Gefässes grösser als 1 Mmtr. ist, dann tritt fast immer Blutung ein,

[1]) Ueber die galvanokaustischen Apparate und die physikalischen Vorbegriffe der Galvanokaustik siehe S. 245—270.

um so geringer allerdings, je schwächer glühend der Draht ist, um so stärker, je näher derselbe der Weissglühhitze steht. Wenn man also in Geweben operirt und Blutungen bekommt, kann man immer den Versuch machen, durch Anwendung von geringeren Hitzegraden der Blutung Herr zu werden. Galvanokaustisch durchschnittene grössere Arterien spritzen ähnlich, als wenn sie mit dem Messer durchschnitten wären, und auch grössere Venen ergeben starke Blutungen. Jedenfalls ist der alte Glaube, die galvanokaustischen Operationen verliefen alle ohne Blutung, ein durchaus unrichtiger.

Der Brandschorf der Schleimhäute ist stets weiss. Hinsichtlich der übrigen Vorgänge ist zwischen der Schleimhaut und Haut kein Unterschied.

Die Schnittfläche galvanokaustisch durchtrennter Muskelsubstanz, namentlich des Zungenfleisches, ist nach v. Bruns zuweilen ganz trocken, ohne Spur von hervorquellendem Blut und von einem so hellen und dünnen Brandschorf bedeckt, dass man denselben öfter nur bei sorgfältigster näherer Betrachtung wahrnimmt. Wird eine galvanokaustische Schneideschlinge um einen weichen Körpertheil, z. B. um das männliche Glied, gelegt und fest angezogen, so verschwindet dieselbe alsbald dem Auge, indem der betreffende Hauttheil über der Schlinge in Falten sich an einander legt. Wird jetzt die Kette geschlossen, so geben die sofort an der Umschnürungsstelle eintretenden Schmerzen, sowie der aus der Furche aufsteigende Rauch, ferner das hörbare Knattern der rasch gebildeten und wieder gesprengten Brandblasen und endlich der starke Brandgeruch deutliche Zeichen der begonnenen Durchtrennung. Bei fortgesetzter Zusammenschnürung entsteht unter Nachlass der Schmerzen an der Oberfläche eine immer breiter und tiefer werdende Furche, indem die getrennten Hautränder an der Unterlage auseinander weichen. Schreitet die Zusammenziehung der Glühschlinge nur langsam vorwärts, so tritt keine Blutung ein, weil die grösseren arteriellen Gefässe des Gliedes durch den Druck der Schlinge vollständig zusammengedrückt und blutleer gemacht werden, und weil demnach auch keine Abkühlung der Schlinge durch fliessendes Blut bewirkt wird. v. Bruns hat mehrere Male das krebsige Glied mit der Glühschlinge abgetragen, ohne dass auch nur das kleinste Blutpünktchen zum Vorschein kam, also eine absolut unblutige Amputation an demselben vollzogen. Wenn allerdings die Durchtrennung des Gliedes zu rasch gemacht wurde, dann bekam er immer Blutung, ja einige Male so stark, dass er die zuführenden Arterien zu unterbinden gezwungen war. Die Dauer einer solchen galvanokaustischen Abtrennung des Gliedes betrug 1—2 Minuten.

Die Vortheile der Galvanokaustik gegenüber dem Glüheisen oder dem Paquelin'schen Thermokauter bestehen nach dem eben Auseinandergesetzten darin, dass man mit den kleinsten und feinsten Instrumenten, die man in die engsten Körperhöhlen hineinbringen kann, die höchsten Hitzegrade ebenso plötzlich entstehen

wie vergehen und ferner auf lange Zeit in jeder beliebigen Stärke anhalten lassen kann; dass man demnach die Instrumente kalt einführen und auch wieder nach Vollendung der Operation, wenn auch nicht kalt, doch auch nicht mehr glühend, herausführen kann: lauter Möglichkeiten, die mit dem Glüheisen nicht zu erreichen sind. Denn dieses kann in kleinen Massen die Hitze nur einen Moment anhalten und wird durch die feuchten Gewebe sogleich abgekühlt. Um lange Glühwirkungen zu erzielen, hat man plumpe dicke Eiseninstrumente nöthig; diese können nur in voller Gluth eingeführt werden u. s. w.

Der durch die Galvanokaustik gesetzte Schmerz ist bei Weissglühhitze höchst unbedeutend, so dass die Kranken eigentlich nicht unangenehm davon berührt werden und jede Operation ruhig aushalten; bei Rothglühhitze ist er allerdings schon empfindlicher; aber sicher weniger unangenehm und von viel kürzerer Dauer, als der durch Aetzmittel erzeugte.

Die Umgebung der Operationsstelle erfährt nur in unmittelbarer nächster Nähe eine nicht hochgradige entzündliche Reizung. Diese und die consecutive Schwellung ist um so unbedeutender, je stärker die Weissgluth des Galvanokauters war; Operationen mit rothglühendem Instrumente rufen eine viel stärkere und weit ausgreifendere Reaction in der Wundgegend hervor.

Die Heilung galvanokaustischer Wunden sowohl in der Haut, wie in der Schleimhaut erfolgt sehr gut und rasch, besser wie die von Messerwunden und bildet schöne feine weisse Narben. Voltolini hebt mit Recht hervor, dass das umliegende gesunde Gewebe eine solche Widerstandskraft gegen die Glühhitze entwickelt, dass man z. B. einen grossen Theil des Trommelfells mit dem Galvanokauter zerstören kann und dieses dennoch in einigen Wochen sich wieder vollständig schliesst, ohne fast nur eine Spur des früheren Eingriffs wahrnehmen zu lassen. Er operire daher auch dreister im Kehlkopf und habe schon sehr oft die gesunden Stimmbandtheile getroffen, ohne irgend einen Nachtheil für die Stimmbildung und ohne bleibenden Defect.

Therapeutische Anwendung der Galvanokaustik.

Noch vor 12 Jahren hob v. Bruns als grosse Schattenseiten der galvanokaustischen Operationsmethode die Umständlichkeit und Unzuverlässigkeit der Apparate und die Schwierigkeit ihrer Anwendung hervor. Alle diese Uebelstände sind während dieser Zeit durch ausserordentliche Verbesserung der Instrumentation beseitigt. Ich übertreibe nicht, sondern theile nur meine genaueste Zeitbeobachtungen mit, dass ich mich anheischig mache, mag ein galvanokaustisch zu operirender Patient kommen wann er will, ohne dass ich vorher davon weiss, in $^1/_2$ Minute alle meine Apparate

so im Gange zu haben, dass ich mit der Operation sogleich beginnen kann. Ferner habe ich immer, wenn die Apparate hergerichtet waren, bei der richtigen Pflege des Apparats mindestens 1 Monat lang täglich operiren zu können, ohne die Zinke amalgamiren oder ersetzen zu müssen.

Nur ein Missstand besteht und wird auch bleiben, nämlich, dass grössere Operationen mit dem Galvanokauter zu ihrer Vollendung die vier- oder fünffache Zeit nöthig haben, als Operationen mit dem Messer.

Ich glaube deshalb nicht zu weit zu gehen, wenn ich als erste These aufstelle, dass man grosse Operationen gar nicht galvanokaustisch vollführen soll, und dass sich für die Galvanokaustik nur kleine Operationen eignen.

Als zweite These möchte ich sodann aufstellen, dass sich vorzüglich für Operationen in Höhlen, namentlich in der Nase, dem Rachen, Kehlkopf, die Galvanokaustik vorzüglicher eignet, als jede andere Operationsmethode.

Als dritte These, dass sie sich namentlich eignet zur Zerstörung in der Fläche ausgebreiteter Geschwülste, wo die Operation mit dem Messer so grosse Lücken machen müsste, dass man die Hautränder nicht mehr mit der Naht vereinigen könnte.

Allgemeine Indicationen.

Man wendet die Galvanokaustik bei folgenden Krankheitszuständen an:

1) Zur Spaltung oder vollständigen Abtrennung von Geweben und Körpertheilen.

Um zu spalten, wendet man die galvanokaustischen Messer an und eröffnet hiermit Abscesse, Balggeschwülste, Cystenkröpfe, durchtrennt damit Membranen und schlitzt Fistelgänge auf. Es liegen genug Beobachtungen vor, nach denen die Operation sehr gut von Statten ging und die Wunde gut heilte. Allein offen gestanden sehe ich gar keinen Grund, warum hier bei diesen einfachen Operationen die Galvanokaustik einen Vorzug vor dem einfachen schneidenden Messer haben soll.

Für die Abtrennung von Körpertheilen dagegen hat die galvanokaustische Glühschlinge eine ganze Reihe von Vorzügen gegenüber, z. B. dem Constricteur, welcher die Gewebe verzieht und gequetschte Wundflächen übrig lässt; ferner gegenüber der einfachen Fadenligatur, die schrecklich langsam wirkt, und gegenüber dem einfachen Messer, das viel mehr Blutung verursacht. Man benutzt daher die Glühschlinge besser als jede andere Methode zur Entfernung aller möglichen in Höhlen gelegenen oder gestielten Geschwülste (gutartiger Fibrome, Angiome sowohl als auch bösartiger Krebse). Ferner entfernt man auf diese Weise mit

besonderer Vorliebe und mit Recht Carcinome der Zunge, das kranke männliche Glied, oder die Hoden, verschiedene vergrösserte Partien an den weiblichen Geschlechtstheilen, z. B. vergrösserte Schamlippen, vergrösserten Kitzler, die Portio vaginalis uteri.

2) Zur vollständigen Zerstörung von Körpergeweben. Man wendet hierzu verschiedene grosse Galvanokauter an und operirt auf der äusseren Haut Warzen, Teleangiectasien, Condylome, Lupus, alle mögliche Arten von Geschwülstchen gut- und bösartiger Natur, Fibroide, Papillome, Krebse; auch zerstört man damit den Boden bösartiger und schwerheilender Geschwüre. Unter Umständen kann man auch den grössten Theil solcher Geschwülste mit dem Messer abtragen und nur den Grund mit dem Galvanokauter ausbrennen.

Specialindicationen bei Schleimhautkrankheiten.

Eine weit grössere Bedeutung als zur Zerstörung von Geweben auf der Haut hat die Galvanokaustik für die Schleimhäute. In mehreren Gegenden des Körpers, z. B. in der Nase, dem Rachen, Kehlkopf, auch im Ohr und im Mastdarm erleichtert die Galvanokaustik die Entfernung und Zerstörung einfach geschwellter Schleimhautpartien und der verschiedenen Neubildungen ganz ausserordentlich. Die Galvanokaustik passt um so mehr zu Operationen von Schleimhäuten, weil man es gewöhnlich hier nicht mit zu grossen Massen zu thun hat.

1. Nasenhöhle.

In der Nase sind ein vorzügliches Object der galvanokaustischen Behandlung die Schleimhauthypertrophien der Nasengänge und der Muscheln, welche oft sehr hochgradig werden und die Nase vollständig verstopfen. Ich habe dieses zuerst von Michel empfohlene Verfahren häufig angewendet und finde die Erfolge vorzüglicher und rascher eintretend, als bei jeder anderen Behandlungsmethode. Ich für meine Person verwende nur sehr feine, spitze, im Augenblick glühende und ebenso schnell auch wieder erkaltende Galvanokauter, mit denen ich weit in die Nase hineingehen kann und lineare Brennungen ausführe.

Ferner finde ich die galvanokaustische Ausbrennung torpider Geschwüre, wie sie sich bei scrophulösen, aber auch bei nicht scrophulösen Individuen häufig genug finden, viel zweckmässiger als die Behandlung mit Aetzmitteln.

Was die Nasenpolypen angeht, so ziehe ich für deren Exstirpation die kalte Drahtschlinge (Zaufal) vor, doch ist die Glühschlinge, namentlich bei sehr harten fibrösen Polypen, unter Umständen auch nicht zu verachten. Wenn die Nase gross genug ist,

dass man nach Abtragung der Polypen deren Wurzeln sehen kann, dann kann man mit einem kleinen knopfförmigen Galvanokauter dieselben ausbrennen.

Im Nasenrachenraum erleichtert die galvanokaustische Glühschlinge die Operation von grösseren Tumoren, die theils in dem hinteren Theil der Nase sitzen und in den Nasenrachenraum hineinreichen, theils von der hinteren Pharynxwand ausgehen. Wenn man einmal die Schlinge angelegt hat, was allerdings unter Umständen schwierig sein kann, führt die Glühschlinge die Operation mit einem Ruck zu Ende.

Für die Entfernung der vergrösserten Nasenrachentonsille und der in neuerer Zeit so vielfach genannten adenoiden Vegetationen im Nasenrachenraum hat man eine ungemein grosse Zahl von Operationsmethoden empfohlen: die Entfernung mit dem scharfen Fingernagel, mit eigenthümlich gestalteten ringförmigen Messerchen, mit dem scharfen Löffel, mit schneidenden gekrümmten Zangen verschiedener Construction, mit Aetzmitteln, mit der kalten Schneideschlinge und auch die Galvanokaustik (Meyer in Kopenhagen, Michel, Zaufal, Catti, Justi, Voltolini und Andere). Nach meiner Erfahrung kann man nicht sagen, welche von diesen Methoden die beste ist, weil je nach dem individuellen Bau und der Zugänglichkeit dieser überhaupt nicht leicht zugänglichen Partie des Körpers bald die eine, bald die andere Methode leichter anwendbar ist. Persönlich ziehe ich eine gekrümmte Schneidezange und die kalte Drahtschlinge den anderen Methoden vor und hatte noch nicht nöthig, in diesen Theilen galvanokaustisch zu operiren. Doch giebt es jedenfalls auch Fälle, wo die Galvanokaustik vorzuziehen ist. Namentlich dann, wenn die Nasenhöhle so weit ist, dass man von vorn durch die Nase den Nasenrachenraum leicht sichtbar machen kann, glaube ich, dass die von Zaufal empfohlene Methode am leichtesten und daher am zweckmässigsten ist, nämlich durch die Nase einen kleinen knopfförmigen Galvanokauter kalt bis an die zu entfernende Stelle der hinteren Rachenwand einzuführen, dann glühend in die Geschwulst einzubohren, den entstehenden Rauch hinwegzublasen und an immer neuen Stellen zu brennen, bis die Geschwulst durch punktförmige Zerstörung zum Schwinden gebracht worden ist. Michel, Voltolini führen die galvanokaustische Schneideschlinge theils durch die Nase, theils durch den Mund in die Nasenrachenhöhle und glühen unter Zusammenschnürung die adenoiden Vegetationen allmälig hinweg.

Die namentlich von Kindern so häufig in die Nase eingeführten Fremdkörper, wie Bohnen, Erbsen, werden, wie Voltolini empfiehlt, am einfachsten durch galvanokaustische Zerbrennung entfernt.

2. Mund- und Rachenhöhle.

In der Mundhöhle, auf der Zunge kann man mit Vortheil Hypertrophien und Neubildungen, namentlich bösartige, mit dem Galvanokauter und zwar je nachdem mit der Schneideschlinge oder mit dem Messer und spatelförmigen Galvanokauter entfernen; die krankhafte Zunge kann man, wenn die Krankheit noch nicht so weit vorgeschritten ist, ebenfalls mit der galvanokaustischen Schneideschlinge sehr zweckmässig und sogar ohne Blutung operiren. Epulis heilt man durch Ausbrennen aller ergriffenen Theile. An den Zähnen empfiehlt Hedinger zur Zerstörung eines blossliegenden Nerven die Galvanokaustik und hält sie für viel geeigneter, als die Anwendung von Kreosot, Chloroform, Morphin u. dergl. Mitteln, welche den Zahnnerven nur betäuben und nicht zerstören; auch hartnäckige Blutungen aus einer Alveole nach Zahnextraction könne man mit einem rothglühenden Galvanokauter stillen, wo andere Mittel versagt hätten.

In der Rachenhöhle operirt man jetzt sehr häufig (Michel, Hedinger, Voltolini und viele Andere) die Tonsillen theils mit der Schneideschlinge, theils mit spitzen oder messerförmigen Galvanokauteren. Bei sehr grossen Mandeln ziehe ich die Abtragung mittelst einer Hackenpincette und einem gewöhnlichen Messer vor; dagegen ist mir bei kleineren, unregelmässig gelappten und namentlich sehr tief hinunterragenden Mandeln die galvanokaustische Entfernung viel lieber als eine andere und zwar wende ich stets einen entsprechend gekrümmten messerförmigen Galvanokauter zur stückweise galvanokaustischen Abtragung an. Mit Recht spricht sich Voltolini gegen das Abtragen der Tonsille mit der Glühschlinge aus; denn die hypertrophische Tonsille besitzt ein so derbes Gewebe, dass die Schneideschlinge auch beim heftigen Erglühen nur langsam dasselbe durchschneidet; nun hält gewöhnlich kein Kranker lange Zeit, sondern reisst in blindem Schrecken den Kopf zurück, was zu den unangenehmsten Complicationen führen kann; auch möchte die langdauernde Glühhitze auf die hier von wichtigsten Organen umgebene Nachbarschaft schlimme Folgen ausüben können.

3. Ohr.

Auch das Ohr ist ein sehr gutes Terrain zur galvanokaustischen Entfernung aller möglichen Wucherungen, Neubildungen und Polypen im äussern Gehörgang und selbst in der Paukenhöhle, ferner zur Perforation des Trommelfells und endlich zur Zertrümmerung von eingeführten Fremdkörpern. Bei all diesen Operationen ist die galvanokaustische jeder anderen Methode vorzuziehen (Middeldorpf, Voltolini, Hedinger u. A.).

Die Polypen entfernt man mit der Glühschlinge oder zersticht dieselben allmälig mit spitzigen Galvanokauteren.

Die Perforation des Trommelfells ist vorzüglich dann anzuwenden, wenn die Ursache einer Schwerhörigkeit nur in der Verdickung des Trommelfells, nicht auch von Erkrankung des Labyrinths herrührt, wenn hinter dem Trommelfell in der Paukenhöhle Blut, Eiter, Schleim oder gar Concremente sich in grossen Massen angesammelt haben. Voltolini, der zu diesem Behuf zuerst die Galvanokaustik verwendete, behauptet, dass ein einfacheres, schnelleres und schmerzloseres Verfahren als das galvanokaustische bei Weissglühhitze, nicht existire. Um die Wiederverwachsung zu verhüten, führt V. mehrere Wochen lang täglich eine dicke Knopfsonde in das Loch ein, bis die Wundränder vernarbt, d. i. etwas callös geworden sind.

4. Kehlkopf.

Im Kehlkopf ist die galvanokaustische Entfernung von Neubildungen, Zerstörung von Narben, durch Trennung von Verwachsungen namentlich von Bruns und Voltolini mit vielem Glück häufig versucht worden. Auch ich kann diese Methode zur Zerstörung namentlich stark hypertrophirter Schleimhautpartien des Kehlkopfs als die vorzüglichere und weitaus den Aetzmitteln vorzuziehende empfehlen. Man darf aber nur kleine Instrumente mit sehr feiner Glühspitze anwenden, um dieselben gut und leicht in die Kehlkopfhöhle einführen und ebenso schnell in Weissgluthhitze versetzen, als sie auch wieder abkühlen zu können. Würde man zu dicke Instrumente nehmen, so würden sie die Glühhitze zu lange halten und dadurch bei dem häufig eintretenden Schluss des Kehlkopfs oder auch bei dem Herausziehen des Instruments an unbeabsichtigten Stellen Glühwirkungen ausüben. Am zweckmässigsten meiner Erfahrung nach sind deshalb ganz spitze Galvanokauter, welche unmittelbar nach Schluss der Kette erglühen und bei Oeffnen der Kette sogleich wieder kalt werden.

5. Scheide, Gebärmutter, Mastdarm.

In der Scheide und am Uterus kann man ebenfalls die verschiedenartigsten Neubildungen, ferner Geschwüre, Fisteln, natürlich unter Benutzung eines Speculums galvanokaustisch operiren.

Im Mastdarm entfernt man galvanokaustisch Polypen, Hömorrhoidalknoten; bei Vorfall des Mastdarms zieht Bruns nach dem Vorgang französischer Aerzte entsprechend dem Grade des Uebels mit dem Glühdrahte eine Anzahl Streifen von verschiedener Länge, Breite und Tiefe in die Schleimhaut, um durch die nachfolgende Zusammenziehung der Gewebe und die Retraction der Narben die Ursache des Uebels zu beseitigen.

Neuere Literatur der Elektro-Physiologie und Therapie.

Abramowski: Einiges über das Verhalten des acuten Gelenkrheumatismus zum faradischen Strom. Berl. klin Wochenschr. 1876, No. 7. — Adamkiewicz: Berl. klin. Wochenschr. 1881, No. 12. — Adamück: Bestimmungen des intraocularen Drucks. Centralbl. für die medic. Wissensch. 1866. No. 36; — Einfluss des Sympathicus auf den intraocularen Druck. Ebend. 1867, No. 28; — Untersuchungen über die Innervation der Augenbewegungen. Ebend. 1870, No. 5. — Aeby: Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit etc. Braunschweig 1862; — Die Reizung der quergestreiften Muskelfasern durch Kettenströme. Arch. f. Anat. u. Physiol 1867. — Amussat, A., fils: Memoires sur la galvanocaustique thermique. Paris 1876. — Arthuis: Électricité statique, traitement des maladies nerveuses des affections rhumatismales et des maladies chroniques. Paris 1877.

Baierlacher: Die Inductionselektricität. Nürnberg 1857; — Zeitschrift für rationelle Medicin (3) V. 1858; — Bayerisches ärztliches Intelligenz-Blatt 1859. — Bärwinkel: Neuropathologische Beiträge. Deutsches Archiv. f. klin. Med. Bd. XIV. 1874. — Baxter: Edinb. new. phil. journ. XIX. 1864. — Beard und Rockwell: Abhandlung über die medicinische und chirurgische Verwerthung der Elektricität. Deutsch von Väter. — Medical and surgical uses of electricity. 1871. — Becquerel: Compt. rendus. XXXI. 1850; — Journal de l'anatomie et de la physiologie. 1874; — v. d. Becke-Callenfels: Ueber den Einfluss der vasomotorischen Nerven auf den Kreislauf und die Temperatur. Zeitschrift f. rat. Med. Neue Folge. Bd. VII. 1855. — Beetz: Grundzüge der Elektricitätslehre. Stuttgart 1878; — Transportable Herstellung der Leclanché'schen Elemente. Deutsch. Arch. f. klin. Med. X. Heft 1; — Ueber die elektromotorische Kraft derselben. Sitzungsber. der k. bayerisch Akademie der Wissenschaft. Math.-phys. Cl. Sitzung v. 7. Januar 1871; — Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. XVIII. 1876. — Benedikt: Elektrotherapie. 1868; — Nervenpathologie und Elektrotherapie. Leipzig 1874—76. — Bernard: Leçons sur la physiologie du système nerveux. I. Paris 1858. — Bernhardt: Deutsches Archiv f. klin. Med. XVI. S 307, u. XIX S. 388; — Die Sensibilitätsverhältnisse der Haut Berlin 1874. — Bernstein: Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1866, und Archiv für die gesammte Physiologie. I. 1868. VIII. 1873; — Monatsbericht der Berliner Akademie 1867; — Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem. Heidelberg 1871; — und Steiner: Archiv für Anat. u. Physiol. 1875. — v. Bezold, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1860; — Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861; — Monatsber. d. Berl. Akad. 1860; 1861; 1862; — und Rosenthal: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859; — und Uspensky; Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1867; — Untersuchungen a. d. physiolog. Laboratorium in Würzburg. Leipzig 1869. Bilharz und Nasse: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. — Bloch: Arch. de physiol. norm. et path. 1875. — Boeckel, E.: De la galvanocaustic thermique. Paris 1873. — Bottini Enrico: La Galvanocaustica nella practica chirurgica. Milano 1876. — Boulin: Union médicale. 1856, No. 63. — Boucheron: Essai d'électrotherapie oculaire. Paris 1876. — Bourdon Sanderson: Proceed. Roy. Soc. XXI 1874. XXV. 1876. — Bowditch: Proceed amer. acad. of arts and scienc. 1875. — Brenner: Untersuchungen und Beobachtungen aus dem Gebiete der Elektrotherapie. Leipzig 1868 u. 1869. 4 Abtheilungen in 2 Bänden. 1. Band. 1. Abtheilung: 1) Die Wirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan im gesunden und kranken Zustande. Versuch zur Begründung einer rationellen Elektro-Otiatrik. 2. Band. 2. bis 4. Abtheilung: 2) Versuch zur Begründung einer rationellen elektro-diagnostischen Methode 3) Beobachtungen zur diagnostischen und therapeutischen Verwerthung elektrischer Ströme

bei Bewegungsstörungen. 4) Beobachtungen über die thermische Wirkung des galvanischen Stromes auf den menschlichen Körper. 5) Anhang; — Versuch zur Begründung einer rationellen Methode in der Elektrotherapie, genannt die polare Methode. St. Petersburger med. Zeitschr 1862, Bd. III; — Virchow's Archiv Bd. XXXI. S. 483. — Brücke: Ueber den Einfluss der Stromdauer auf die elektrische Erregung der Muskeln. Sitzungsber der Wiener Akademie. 2. Abtheil. LVI 1867; LVIII 1868; 3 Abtheil. LXX. 1874; LXXI. 1875. — Brückner: Ueber die von Hitzig angeregte Theorie der elektrischen Stromwirkung. Berliner klin. Wochenschr. 2. Juli 1877 No 27. S. 392; — Ueber die Polarisation des lebenden Nerven im Menschen. Art. III. Deutsche Klinik 1868, No. 41 und 42. 1871, No. 14. — Brunner: Ein Beitrag zur elektrischen Reizung des Nervus opticus. Leipzig 1861. — v. Bruns: Galvanochirurgie. Tübingen 1870; — Handbuch der chirurgischen Heilmittellehre Tübingen 1873; — Die galvanokaustischen Apparate und Instrumente, ihre Handhabung und Anwendung. Tübingen 1878. — Budge: Froriep's Tagesberichte. 1852, No. 512; — Arch. f. pathol. Anat. XXVIII. 1863. — Buff: Annalen der Chemie. LXXXIX. 1854. — Burkhardt: Ueber die polare Methode. Deutsches Archiv für klinische Medicin. 1870. Bd. VIII. S. 100; — Die physiologische Diagnostik der Nervenkrankheiten. Leipzig 1875.

Chauveau: Journ de la physiol. 1859. 1860: — Compt. rend. LXXXI. 1875. LXXXII 1876 — Chouet: Gaz. hebd. 1878, No. 9. — Chvostek: Wien. medicin Presse 1869, No. 40 ff.: — Eine Methode zur Faradisation der Milz bei Lebenden Wien med Presse 1870, No 7, 8, 10, 16, 17, 34 u. 41. — Crussel: Mein physikalisches Heilverfahren Medicinische Zeitung Russlands. 1848, No. 17, S. 136, u. No 50, S. 393. — Czermak: Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1857; — Ebend. 1861, abgedruckt in Molesch. Unters. VIII 1862; — Arch. f. Anat und Physiol. 1863.

Dempsey Lawrence: On the application and effect of Electricity and Galvanisme 1853 S. 53. — Dew-Smith: Studies physiolog. laborat Univers Cambridge I. 1873, u. Journ. of anat. and physiol. VIII. 1874. — Dittmar, C: Ein neuer Beweis für die Reizbarkeit der centripetalen Fasern des Rückenmarks. Bericht d sächs Gesellsch. d. Wissensch. 4 März 1870, u. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870, S. 645. — Donders: Arch f. Anat. u Physiol. 1868; — Arch. f. d. ges. Physiol V. 1871, u. V 1872. — Drosdoff: Veränderungen der Sensibilität beim Gelenkrheumatismus und Elektrotherapie desselben. Centralbl f d. med Wissensch 1875, No. 17. — Du Bois-Reymond: Monatsber. d. Akad zu Berlin 1856 (Ges Abh I), 1859, dann 1860 (Ges Abh. I), 1862; — Untersuchungen über thierische Elektricität 1848. 1859 — Zur Kenntniss der Hemikranie Arch. f. Anat. u. Physiol. 1860, S. 461; — Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867, 1873; — Ann. d Physik CXII 1861 (Ges. Abh. I); — Monatsber. der Berl. Akad. 1859, 1866, 1867, 1869, 1870, 1773, 1874; — Duchenne: Mécanisme de la physiognomie humaine. Paris 1862; — Physiologie des mouvements. 1867; — Electrisation localisée. 4. Aufl. 1872.

Eckhard: Beitrag zur Anatomie und Physiologie I. Giessen 1855. Heft 1. S. 57; — Zeitschr f. rat Med. (2) III. 1853; VIII. 1857. — Engelken, H.: Ueber die Empfindlichkeit des Rückenmarks gegen elektrische Reizung. Mit einer einleitenden Bemerkung von A Fick. Arch. v. Reichert und du Bois-Reymond 1867. S. 189. — Erb: Ueber elektrotonische Erscheinungen am lebenden Menschen. Deutsches Arch. f. klin. Med III. 1867. und IV. V. 1868—1869; — Galvanotherapeutische Mittheilungen Ebendas. III 1867 S. 238 und 333; — Die galvanische Reaction des nervösen Gehörapparates im gesunden und kranken Zustande. Arch. f. Augen- und Ohrenheilk. v. Knapp und Moos. 1. Bd. S. 175. 1869; — Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. 5. S. 449; — Canstatts Jahresber. f. 1868. 1. Bd 3. Abth. Art. Elektro-Otiatrik; — Anwendung der Elektricität in der inneren Medicin. Volkmann's Samml. klin. Vortr. 1872. No. 46; — Zur galvanischen Behandlung von Augen- und Ohrenleiden. Arch. f. Augen- und Ohrenheilkunde. II. S. 1—51; — Zur Pathologie und pathologischen Anatomie peripherischer Nerven. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. IV. S. 535 u. V., S. 42; — Krankheiten der peripheren cerebrospinalen Nerven. Ziemssen's Handbuch der speciellen Pathologie. 2. Auf-

lage 1876. — Krankheiten des Rückenmarks. Ebendas. Bd. XI. 2. Aufl. 1876. — Erdmann, B. A.: Die örtliche Anwendung der Elektricität in der Physiologie, Pathologie und Therapie, mit Zugrundlegung von Duchenne de Boulogne, de l'electrisation localisée etc. Leipzig 1856. 2. Aufl. 1858. 3. Aufl. 1860; — Die Anwendung der Elektricität in der praktischen Medicin. 4. Aufl. 1877. — Eulenburg: Deutsche Klinik 1868. No. 48. S. 442; — Ueber elektrotonisirende Wirkungen bei percutaner Anwendung des constanten Stromes auf Nerven und Muskel. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. 3. S. 117; — Berliner klinische Wochenschrift 1869. No. 38. u. Deutsches Archiv für klinische Medicin. Bd. V. S. 547; — Lehrbuch der functionellen Nervenkrankheiten. 2. Aufl. 1878; — Ueber die Noë'sche Thermosäule und ihre Verwendung in der Elektrotherapie. Berliner klinische Wochenschrift 1874. No. 50. S. 631; — und Guttmann: Die Pathologie des Sympathicus; — und Przewocky: Vortrag im med. Verein zu Greifswald. Deutsche medicinische Wochenschrift. 1876. No. 43; — und Schmidt, H.: Untersuchungen über den Einfluss bestimmter Galvanisationsweisen auf die Pupille, die Herzaction und den Gefässtonus beim Menschen. Centralblatt für die med. Wissenschaften. 1868. No. 21. — Exner: Arch. f. d. ges. Physiologie. VII. 1873.

Fick, A.: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861; — Beiträge zur vergleichenden Physiologie der irritablen Substanzen. Braunschweig 1863; — Versuche über die Temperatur bei Tetanus. Vierteljahrsschr. der naturforsch. Gesellschaft in Zürich. VIII. 1860. S. 427; — Sitzungsberichte der Wiener Acad. 2. Abth. XLVI (mit Tachau). XLVII. XLVIII. 1862—1863; — Untersuchungen über elektr. Nervenreizung. Braunschweig 1864; — Medicinische Physik. 2. Aufl. 1866. — Vierteljahrsschr. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. XI. 1866; — Untersuchungen aus dem physiol. Laboratorium der Züricher Hochschule. Wien 1869; — Studien über elektrische Nervenreizung. Grat.-Schr. für E. H. Weber. Würzburg 1871. Würzburger Verhandlung. N. F. II. 1871; — A. jun.: Würzburger Verhandl. N. F. IX. 1876. — Filehne: Die elektrotherapeutische und die physiologische Reizmethode. Deutsches Archiv für klinische Medicin VII. 1870, S. 575; — Ebend. X. 1872; — Archiv f. die gesammte Physiologie VIII. 1873. — Fischer, G.: Experimentelle Studien zur therapeutischen Galvanisation des Sympathicus. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1876. Bd. 17. S. 1, u. 1877. Bd. 20. S. 175. — Fleischl: Sitzungsbericht d. Wien. Akad. 2. Abth. LXI. 1870; — Ebend. LXXII. 3. Abth. 1875; — Ebend. LXXIV. 1876; — LXXVI. 3. Abth. 1877; — LXXVII. 3. Abth. 1878. — Flies: Einfluss des galvanischen Stromes auf den Herzimpuls. Berliner klinische Wochenschrift. Bd. II. 1865, No. 25; — Galvanotherapeutische Mittheilungen. Deutsche Klinik 1868. — Frank, Benj.: Neue Zeitung für Geburtskunde. 1846. Band XXI. Heft 2. S. 370. — Friedleben: Ueber den Werth der Wasserbestimmung des Knochengewebes in physiologischer und pathologischer Hinsicht. Archiv der Heilkunde. II. S. 139. 1881. — Friedreich: Ueber progressive Muskelatrophie u. s. w. 1873. S. 251. — Fromment: Compt. rendus. XXIV. 1847. — Frommhold: Die Migräne und ihre Heilung durch Elektricität. Pesth 1868; — Der constante galvanische Strom, modificirbar in seinem Intensitäts- und Quantitätswerth. Pesth 1866/67; — Elektrolysis und Elektrokatalysis. Buda-Pesth 1874; — und Schwanda: Ueber die physikalischen und therapeutischen Wirkungen der Spannungsströme. Wiener medicinische Presse. 1868. IX. 6. S. 147; — Ueber die Wirkungen der von der Holtz'schen Maschine gelieferten Spannungsströme am Menschen. Poggendorff's Annalen. Bd. CXXXIII. S. 622; — Ueber die Elektrophormaschine von Holtz und ihre Anwendung in der Elektrotherapie. Wien. med. Jahrb. XXIV. 3. S. 163. 1868. — Froriep: Beobachtungen über die Heilwirkung der Elektricität. 1. Heft. Die rheumatische Schwiele. 1845. — Fuchs: Ueber die Regeln der Muskelzuckungen in der offenen galvanischen Kette. Zeitschrift f. Biologie. VIII. 1872. — Fürstner: Ueber die Anwendung des Inductionsstromes bei gewissen Formen der Magenerweiterung. Berliner klinische Wochenschrift. 1876, No. 11. — Funke: Bericht der sächsischen Akademie 1859; — Lehrbuch der Physiologie. Leipzig 1864. — Archiv der gesammten Physiologie. VIII. 1873.

Gad: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1877; — und Tschirjew: Verhandl. der physiol. Gesellsch. zu Berlin 1877; abgedr. im Arch. f. Anat. u. Physiol. 1877. — Gerhardt: Zur Casuistik der Hirnkrankheiten. Jenaische Zeitschr. f. Medicin und Naturwissenschaften. 1864. Bd. I. S 200; — Ueber Icterus gastro-duodenalis. Sammlung klin. Vorträge von Volkmann. No. 17. — Glax: Ueber den Einfluss der Faradisation der Bauchmusculatur auf Resorption und Harnausscheidung. Deutsches Archiv für klin. Medicin. Bd. XXII. 1878. S. 611. — Goldzieher: Zur Kenntniss des Elektrotonus. Archiv für die gesammte Physiologie. III. 1870. — Goltz: Archiv für die gesammte Physiologie. XVI. — Grapengiesser: Versuch, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. 1801. — Grasset: Arch. de physiologie. 1876. S. 765. — Grossmann: Bericht der Naturforscherversamml. in Wien 1856. — Grünhagen: Berl. klin. Wochenschr. 1871; — Archiv für die gesammte Physiologie IV. 1871. V. 1872; VIII. 1873; — Zeitschr. f. rat. Med (3) XXIV. 1865. XXVI. 1866. XXVIII. 1864. XXIX. 1867; XXXVI. 1869. — Königsberger med Jahrb. IV. 1866; — Zeitschr. f. rat. Medicin (3) XXXI. 1868. XXXVI. 1869; — Die elektromotorischen Wirkungen lebender Gewebe. Berlin 1873; — Bearbeitung von Funke's Handbuch der Physiologie. I. Leipzig 1876. — Grützner und Heidenhain: Ueber die Innervation der Muskelgefässe; — Einige Versuche und Fragen, die Kenntniss der reflectorischen Drucksteigerung betreffend. Pflüger's Archiv. Bd. 16 S. 1, 31 und 47. 1878; — Ueber die Einwirkung constanter elektrischer Ströme auf Nerven. Pflüger's Arch. XVII. S. 238. 1878; — Arch f. d. ges. Physiol. XVIII. 1878 (mit Alexander). — Guillaud, J.: De l'ignipuncture. Contributions à l'étude du traitement des kystes synoviaux tendineux. Paris 1875.

Hagen: Praktische Beiträge zur Ohrenheilkunde. Casuistische Belege für die Brenner'sche Methode der galvanischen Acusticusreizung. Leipzig 1869. — Haller: Elementa physiologiae IV. Lausanne 1762. — Halske: Annalen der Physik etc. XCVII. 1856. — Harless: Gelehrte Anzeigen der bayerischen Akademie. XXXVII 1853; — Abhandlungen der bayerischen Akademie. VIII. 1858; — Gelehrte Anzeigen d. bayerischen Akademie. XLIX. 1858; — Deutsche Klinik 1860; — Sitzungsbericht der bayerisch Akad. 1861; — Zeitschrift f. rat. Med. (3) XIV. 1862 — Hauck, W, Ph.: Die galvanischen Elemente von Volta bis heute. Eine gemeinfassliche Abhandlung nach der Traité elementaire de la pile électrique par Alfred Niaudet Braunschweig, bei Vieweg, 1881. — Haughton: Principles of animal mechanics. 2. edit. London 1873; — Amer. Journ. of sc (3) X. 1875; — Proceed. Roy. Soc. XXIV. XXV. 1876. — Hedinger: A.: Galvanokaustik seit Middeldorpf. Stuttgart 1878; — Zerstreute Aufsätze. Med. Corresp.-Bl. 1870, No. 26; 1877, No. 6—8; — Deutsche medic. Wochenschr. 1878, No. 22; — Mittheilungen aus der Ohrenpraxis. Med. Correspondenzblatt aus Württemberg. 1877, No. 7, S. 51. — Heidenhain: R.: Physiologie der Absonderungsvorgänge. Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. 5; — Studien des physiologischen Instituts zu Breslau I. Leipzig 1861; — Mechanische Leistung, Wärmeentwickelung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit. Ein Beitrag zur Theorie der Muskelkräfte. Leipzig 1864; — Arch f. physiol. Heilk. 1857; — Physiologische Studien. Berlin 1856. Ueber Wiederherstellung der erloschenen Erregbarkeit durch constante galvanische Ströme. S. 56; — Pflüger's Archiv. Bd. 3. S. 504. Bd. 5. S. 77. Bd. 6. S 20; — Ueber die Innervation der Muskelgefässe. Pflüger's Archiv. Bd. 16. S 31. 1878. — Helmholtz: Monatsbericht d. Berliner Akademie. 1850; 1854; — Arch f Anat. u. Physiol. 1850; 1852; — Ann. d. Physik. LXXXIX. 1853; — Die Lehre von den Tonempfindungen. Braunschweig 1863; — Handbuch der physiologischen Optik. 1867; — und Bast: Monatsber. d. Berl. Akad. 1867. — Hensen: Arbeiten aus dem Kieler physiologischen Institut. 1868. Kiel 1869. — Hering (mit Friedrich): Sitzungsber. d. Wien. Akad. 3. Abth LXXII. 1875; — Sitzungsber. d Wien. Akad. 3. Abth. LXXIX. Sep.-Abdr. 1879. — Hermann: Arch. f. d. ges. Physiol. III. 1870. IV. 1871. V. 1871. VI. 1872. VII. 1873. VIII 1874. X. 1875. XII 1875. XIV. 1875. XV. XVI. 1877. XVIII. 1878; — Ann. d. Physik. CXLII. 1871; — Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861; — Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1878. (abgedruckt in Mo-

lesch. Untersuch. XII); — Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1868; — Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen auf dem Gebiete der thierischen Elektricität. Sep.-Abdr. aus der Vierteljahrsschr. d. naturforsch. Gesellsch. in Zürich. 1878. Heft 1; — Handbuch der Physiologie. Bd. I. Theil 1. Allgemeine Muskelphysik. Bd. II. Theil 1. Allgemeine Nervenphysiologie. Leipzig 1879; — und Luchsinger: Arch f. d. ges. Physiol. XVII. XVIII. 1878. — Heynsius: Studien d. physiol. Instit. Amsterdam. Leipzig u. Heidelberg 1861. — Hippel und Grünhagen: Arch. f. Ophthalmologie. Bd. XIV. S. 3. — Hirsch: Vortrag in der naturforschenden Gesellschaft zu Neuenburg. 8. November 1861; abgedr. in Molesch. Unters. IX. — Hitzig: Ueber quere Durchströmung der Froschnerven. Arch. f. d. ges. Physiol. 1873. VII. S. 263; — Ueber die Anwendung unpolarisirbarer Elektroden in der Elektrotherapie. Berl. klin Wochenschr 1867. No. 39. S 404; — Ueber den relativen Werth einiger Elektrisationsmethoden. Archiv f. Psychiatrie. 1872; — Ueber die galvanischen Schwindelempfindungen und eine neue Methode galvanischer Reizung der Augenmuskeln. Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft. Berliner klinische Wochenschr. Bd. VII. 1870. No. 11; — Ueber elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. Ebend. No. 19; — Untersuchungen über das Gehirn. Reichert und Du Bois-Reymond's Arch. 1874. S. 196. — Holmgreen: Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1864; — Archiv für Anatomie und Physiologie. 1871. — Holst: Ueber das Wesen der Hemikranie und ihre elektrotherapeutische Behandlung nach der polaren Methode. Dorpater medicin. Zeitschrift. 1871. Bd. II. — Holtz: Ueber die Holtz'sche Influenzmaschine. Poggendorf's Ann. CXXVI. S. 168. 1865. — Hulot: Compt. rend. hebdomadaires des sciences de l'académie des sciences. Tome XL. Janvier-Juin 1855. S. 1148.

De Jaager: De physiologische tijd by psychische processen. Utrecht 1865. — Jacoby: Archiv für Ohrenheilkunde, zerstreute Aufsätze. V. Bd. — Jolly: Untersuchungen über den Gehirndruck und über die Blutbewegung im Schädel. Würzburg. Habilitationsschrift. 1871. — Jürgensen: Archiv f. Anat. u. Phys. 1860; — Studien des physiologischen Instituts zu Breslau I. Leipzig 1861. — Julliard: De l'ignipuncture. Genève 1874.

Kahler und Pick: Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie des Centralnervensystems. 1879. — Katyschew: Ueber die elektrische Erregung der sympathischen Fasern und über den Einfluss elektrischer Ströme auf die Pupille beim Menschen. Archiv f. Psychiatrie. VIII. S. 624 u. 638. — Kirchhoff: Annalen der Physik. LXIV. 1845. LVII 1846. — Klein und Swetlin: Wiener medicinische Presse. 1877. No. 4. Sitzung der k. k. Gesellschaft der Aerzte. 19. Januar 1877. — Kölliker und H. Müller: Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. VI. 1856. — König: Sitzungsbericht der Wiener Akademie 2. Abtheil. LXII. Sep.-Abdruck. 1870. — Kohlrausch: Jahresbericht des physikal. Vereins zu Frankfurt a. M. 1864/65; Zeitschr. f. rat. Med. (3) XXVIII 1866. XXXI. 1868; — Ueber die von der Influenzmaschine erzeugte Elektricitätsmenge nach absolutem Maasse der Physik und Chemie. Poggendorf's Ann. 1869. Bd 134. S. 120. — Krause, W.: Zur Physiologie der Lymphe. Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. VII. S. 148. — Kronecker: Monatsber. d. Berl. Akad. 1870; — Bericht d. sächs. Akad. 1871. 1876. S. 699; — Beiträge der Schüler Ludwig's etc. Leipzig 1874; — Verhandl. der physiolog. Gesellsch. zu Berlin. 1877/78; — und Stirling: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1878 — Kühne: Archiv für Anatomie u. Physiologie. 1859; 1860; — und Steiner: Ueber elektrische Vorgänge im Sehorgan Mittheil. a. d. physiolog. Institut der Universität Heidelberg. Bd. IV. Heft 1. 2. 1881. — Kurz, Edgar: Elektricität bei Hautkrankheiten. Dtsch. med. Wochenschr. 1881. No. 33. S 454. — Kussmaul: Arch. f Psych. Bd. VIII. S. 205. 1877.

Lamansky: Medicinisches Centralblatt 1867. — Landois und Mosler: Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1868. No. 33. — Lautenbach: Arch. de scienc. phys. et natur. 1877. Juillet. — Leber: Zeitschrift für rationelle Medicin (3) XVIII. 1863. — Leclanché: Zink-Kohle-Braunstein-Element, in Mechanics Magazine, März 1868, und in Les Mondes, Tome XVI. S. 532. 1868. — Legros und Onimus: Journal de l'anatomie et de la

physiologie. 1869; — Traite d'electricité medicale. Paris 1872. — Leroy d'Étiolles: De la cautérisation d'avant en arrière. Paris 1852. S, 46. — Letourneau: Gazette hebdom. 1879. No. 40. — Lewandowski: Die Anwendung der Elektricität in der praktischen Heilkunde. Wien 1878. — Leyden: Beiträge zur Pathologie des Tetanus. Virchow's Arch. Bd. XXVI. 1863. S. 538; — Klinik der Rückenmarkskrankheiten. Bd. I. 1874. S. 146; — und v. Wittich: Arch. für pathologische Anatomie. XLVI. 1869. LV. 1872. — Lippmann: Annalen der Physik. CXLIX. 1873. — Löwenfeld, L.: Experimenteller Beitrag zur Elektrotherapie des Gehirns. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1881. No. 8. S. 132; ausführlich München bei Finsterlin, 1881. — Luchsinger: Archiv für die ges. Physiol. VI. VIII. — Ludwig, C., und seine Schüler Sczelkow, Schmidt, Kronecker, Minot, Sadler: Berichte d. k. sächs. Gesellschaft d. Wissenschaften. 1865—1882.

Macher: Elektrotherapeutische Erfahrungen bei Augenaffectionen. Erlangen, Dissertation, 1880. — Mackenzie: Gaz. hebd. 1857. No. 14. — Marchand: Arch. f. d. ges. Physiol. XV. 1877; XVII. 1878. — Marcuse: Verhandlungen d. phys.-med. Gesellschaft in Würzburg. N. F. X. 1877. — Marey: Journ. d. l'anatom. et de la physiol. 1866; — Du mouvement dans les functions de la vie. Paris 1868. — Marmé und Moleschott: Molesch. Unters. I. 1856. — Marschall Hall: On the diseases and derangements of the nervous system etc. 1841. Deutsche Uebersetzung von Wallach. 1842. — Martin-Magron et Fernet: Compt. rend. L. 1860. — Matteucci: Compt. rend. VI. 1838; Essai sur les phénomènes électriques des animaux. Paris 1840; — Bibl. univers. Nouv. Ser. XVIII. 1838; — Proceed. of the Royal Society 1856. Vol. VIII. No. 22. 1860. X; — Compt. rend. XIII. 1841, XIV. 1842, XV. 1842, XLVIII. 1856. L. 1860, LII. 1861, Bd. 56. 1863, Bd. 65. 1867, Bd. 66. 1868; — Traité des phénoménes électro-physiologiques. Paris 1844; — Ann. d. chimie et phys. XV. 1845. — Meissner und Cohn: Zeitschrift f. rat. Med. (3) XV. 1862; — und Meyerstein, Zeitschrift für rat. Med. (3) XI. 1861. — Meyer, Moritz: Die Elektricität in ihrer Anwendung etc. 2. Aufl. Berlin 1861. III. Aufl. 1868. — Ueber die therapeutischen Erfolge der Galvanisirung des Sympathicus. Berlin. klin. Wochenschr. 1868 No. 23 und 1870 No. 22; — Ueber Behandlung von Contracturen durch Volta'sche Alternative. Berl. klin. Wochenschr. 1880. No. 51. — Meyer, A. B.: Beiträge zur Lehre von der elektrischen Nervenreizung. Zürich 1867. Med. Centralbl. 1868, 1869; — Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule. Wien 1869; — Michel, C.: Krankheiten der Nasenhöhle und des Nasenrachenraumes. Berlin 1876; — Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Leipzig 1873. Bd. II. S. 154. — Middeldorpf: Die Galvanokaustik, Beitrag zur operativen Medicin. Breslau 1854. — Mitchell Weir: Injuries of nerv. Philadelphia 1872. — Des lesions des nerfs etc. Paris 1874. — Möbius, P. J., Ueber die Anwendung der Elektricität in der Geburtshülfe und Gynäkologie. Deutsche medicin. Wochenschrift. 1880. No 26. S. 346 u. 354. — Möllendorf: Virch. Arch. XLI. S. 385. — Moleschott: Molesch. Unters. VII. X. 1870. — Mooren und Rumpf: Ueber Gefässreflexe im Auge. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1880. No. 19. — Morat et Toussaint: Arch. d. physiol. norm. et pathol. 1877; — Compt. rend. LXXXIII. 1876. LXXXIV. 1877. — Morgan: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. — Mousson: Die Physik auf Grundlage der Erfahrung. 3. Band: Die Lehren vom Magnetismus, von der Elektricität und vom Galvanismus. Zürich 1875. — Müller, F.: Die acute atrophische Spinallähmung der Erwachsenen. (Poliomyelitis anterior acuta.) 1880. — Müller, Heinrich: Würzburger Verhandlungen 29. October 1859. — Müller, Johannes: Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. 1826. — Handbuch der Physiologie. I. 4. Aufl. Coblenz 1844. — Müller, J. J.: Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule. Wien 1869. — Müller, Worm: Untersuchungen über Flüssigkeitsketten. I. Leipzig 1869; — Beiträge zur pathologischen Anatomie und Physiologie des Rückenmarks. 1871; — Versuche über die Einflüsse der Wärme etc. auf die elektromotorischen Kräfte der Muskeln und Nerven. Vorläuf. Mittheil. Würzburg 1868; — Untersuchungen aus d. physiologischen Laboratorium in Würzburg. II. 1869; — Arch.

f. Anat. u. Physiol. 1870. — Müller-Pouillet: Lehrbuch der Physik. 4. Aufl. 1853. — Munk, H : Göttinger Nachrichten. 1858. No. 1; — Untersuchungen über das Wesen der Nervenerregung. Leipzig 1868. — Arch f. Anat. u. Physiol. 1861, 1862, 1866, 1869, 1873, 1876.

Nasse, O.: Archiv für die gesammte Physiologie. III. 1870. — Naumann: Die Epispastica als excitirende und deprimirende Mittel. Prager Vierteljahrsschrift f. praktische Heilkunde. Bd. 93. (24. 1.) S 133 1867. — Neftel: Galvanotherapeutik. 5. Cap I. New-York. 1871. — Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1876. No. 21. — Neumann: Deutsche Klinik. 1864. — Niaudet, Alfred: Traité élémentaire de la pile électrique Uebersetzt von W. Ph. Hauck unter dem Titel: Die galvanischen Elemente von Volta bis heute. Braunschweig. Vieweg. 1881. — Nicati: La paralysie du nerf Sympathique cervical. Lausanne 1873. (These). — Nobili: Ann. de chim. et phys XLIV. 1830. — Nothnagel: Die vasomotorischen Nerven der Gehirngefässe. Virchow's Archiv. XL. S. 203; — Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie von Ziemssen. Bd. XI. 1. 1876.

Obernier: Archiv f. Anat. u. Physiol. 1861. — Oka und Harada: Berl. klin. Wochenschr. 1876. No. 44. — Onimus: Compendium der Elektrotherapie; — Journ de l'anat. et de la physiol. 1870, 1874. — Ostroumoff: Versuche über die Hemmungsnerven der Hautgefässe. (Aus dem physiolog. Institut zu Breslau.) Pflüger's Arch. f. d. ges. Phys Bd. 12. S. 219.

Patry: Arch. de scienc. phys. et nat. XXXIII. 1868; — Ann. der Physik. CXXXVI. 1869. — Pelikan und Kölliker: Würzburger Verhandl. IX. 1858. — Penzoldt: Fixation der Elektroden Berl. klin. Wochenschr. 1878. No. 4. S. 48. — Person: Sur l'hypothèse des courants électriques dans les nerfs. Journ. de la physiol. expér. X. 1830. — Pierreson: Bulletin gén. de thér. Juin 1872. — Place: Arch. f. d. ges. Physiol. III. 1870. — Pflüger: Allgem. med. Centralzeitung 1856, No 22 u. 57; 1859, No. 69; — Arch f. pathol Anat. XIII. 1858; — Arch. f. Anat u. Physiol 1859; — Untersuchungen über die Physiologie des Elektrotonus. Berlin 1859; — Untersuchungen aus dem physiol Laboratorium zu Bonn. Berlin 1865; — Disquisitiones de sensu electrico Bonn 1865. — Pierson: Compendium der Elektrotherapie 2 Aufl. 1878. — Pouillet: Compt. rendus. XXXI 1850; — Arch. f. physiol. Heilk. 1850. — Preyer: Arch. f. d. ges. Physiol. 1872—1873. V, VI u VII. — Priestley: The history and present state of electricity etc. London 1767. (Uebersetzung von Krünitz. Berlin und Stralsund 1772.) — Przewoski: Ueber den Einfluss des inducirten und galvanischen Stromes auf vasomotorische Nerven etc. Diss. Greifswald 1876. — Purkinje: Beobachtungen und Untersuchungen zur Physiologie der Sinne. 1823.

Radau: Carl's Repertorium f. physikal. Technik. I. 1866/67. — Radford: Froriep's Notizen 1845. No. 729 1846. No. 789. — Ranke: Der galvanische Leitungswiderstand des lebenden Muskels. Ansbach 1862; — Tetanus. Leipzig 1865; — Arch f. Anat u. Physiol. 1862; 1863; 1864; — Centralbl f d. med Wissensch. 1865; — Ueber krampfstillende Wirkung des constanten elektrischen Stromes. Zeitschrift für Biologie. II. 1866; — Zeitschrift für Biologie. II. 1867; — Centralblatt f. d. medicinischen Wissenschaften 1867; — Die Lebensbedingungen der Nerven Leipzig 1868. S 44; — Sitzungsbericht der bayerischen Akademie. 1872 — Remak. R.: Ueber erregende Wirkungen des constanten Stromes Compt. rend. XLI. 1855 XLIII 1856; — Ueber methodische Elektrisirung gelähmter Muskeln. 2. Aufl. Berlin 1856; — Galvanotherapie der Nerven- und Muskelkrankheiten. Berlin 1858; — Application du courant constant au traitement des nevroses. Leçons faites à l'hôpital de la charité. Paris 1865 — Remak, E: Galvanotherapie. Berlin 1878. und Artikel in Eulenburg's Encyklopädie. Wien 1880. — Regnauld, J.: Compt. rendus XXXVIII 1854; — Journal de la physiol. 1858. — Richet: Gazette des hôpitaux de Paris. 1870 No. 33; — Presse medical belge. 1870. No. 29; — Trav du labor. de Marey. 1877. — Riegel und Jolly: Ueber die Veränderungen der Piagefässe in Folge von Reizung sensibler Nerven. Virchow's Arch. LII. S. 218. — Riess: Die Lehre von der Reibungselektricität Berlin 2 Bde — Ritter: Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus etc. II. Jena 1802; — Gehlen's Journ. f. d. Chemie, Physik etc. VI.

1808. — Roeber: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1869; 1870. — Rollett: Sitzungsbericht d. Wien. Akad. 3. Abth. LXX. 1874. — Romanes, A: Proceed. Roy. Soc. XXV; — Journ. of anat. and physiol 1876. X. — Rosenthal: Zeitschr. f. rat. Med. (3) 1858. IV; — Molesch Unters. III. 1857; — Ueber den elektrischen Geschmack. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1860. S. 217; — Monatsbericht d. Berl. Akad. 1857. S. 840; — Fortschritte der Physik im Jahre 1859. Berlin 1861; — Arch f. Anat. u. Physiol. 1865; — Elektricitätslehre für Mediciner. 2. Aufl. Berlin 1869; — Monatsbericht d. Berl. Akad. 1875; — Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1870; — Rosenthal, M.: Klinik der Nervenkrankheiten. 2. Aufl. 1875; — Elektrotherapie. 2. Aufl. 1873. — Rossbach: Kann man die Kehlkopfnerven von der Haut aus reizen? Monatsschrift für Ohrenheilkunde. 1881. No. 5; — und Harteneck: Arch. f. d. ges. Physiol. XV. 1877. — Rumpf: Ueber den Transfert. Berl. klin. Wochenschr. 1879. No. 36; — Mittheilungen aus dem Gebiete der Neuropathologie und der Elektrotherapie. Deutsche med. Wochenschr. 1881. No. 32 u. 36. — Runge: Der Elektrotonus am lebenden Menschen. Deutsches Arch. f. klin. Med. VII. 1870. S. 356. — Rutherford: Journ. of anat. and physiol. I. S. 87. 1867.

Sammt, P.: Der Elektrotonus am Lebenden. Diss. inaug. Berlin 1868. — Schelske: Arch f. Anat. u. Physiol. 1864. — Schiff: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I S. 362; — Molesch. Unters 1858. V.; — Lehrbuch der Muskel- und Nervenphysiologie. 1858/59; — Zeitschrift für Biologie. VIII. 1872; — und Herzen: Moleschott's Untersuchungen. X. 1867; — und Valentin: Lehrbuch der Muskel- und Nervenphysiologie. Lahr 1858/59. — Schönbein: Ueber einige mittelbare physiologische Wirkungen der atmosphärischen Elektricität. Zeitschrift f. rat. Medicin. 1851. S. 385. — Schwalbe: Virchow's Arch. Bd. LXIII. 1874. — Schwanda: Wien. med. Wochenschr. 1858. No. 15 und 16; — Wiener medicinische Presse 1869. No 33. S. 503; — Ebend. 1872. — Schultz, Alexander: Zur Lehre von der Blutbewegung im Innern des Schädels. St Petersburger medicinische Zeitschrift. XI. 1866. S. 122. — Schultze, Max: De arteriarum notione, structura etc. Gryphiae 1849. S. 51. — Schulz, B: Wiener medicin. Wochenschrift. 1860. No. 27. — Siebold und Kölliker: Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd II. S. 123. 1850. — Skorzewsky: Wien. med. Wochenschrift. 1876. No 21 und 29. — Steiner: Arch. f Anat. u Physiol 1876. — Störk: Klinik der Krankheiten des Kehlkopfes, der Nase und des Rachens. Stuttgart 1876.

Tiegel: Ueber Verwendung der capillar-elektrischen Ströme zum Reizen. Arch. f. Anat. u. Physiol 1875; — Arch. f. d. ges. Physiol. XII. XIII XIV. — Bericht der sächsischen Akademie 1875. — Tillaux: L'ignipuncture et de ses differents emplois par P. Trappenard. Paris 1873. — Todd: Clinical lectures on paralysis. II. Aufl London 1856. — Tomsa u. Ludwig: Beiträge zur Lymphbildung. Sitzungsber. d. Wien. Akad Math.-naturwissensch. Cl. Bd. 46. 1862. — Trappenard, P.: L'ignipuncture et ses differents emplois. Paris 1873. — Tripier: Arch. of Electrology and Neurology. Bd. I 1874 und Bd. I. 1875. — Tschirjew: Journal de l'anatomie et de la physioligie. 1879; — Archiv für Anatomie und Physiologie. 1877.

Väter: Praktische Abhandlung über die medicinische und chirurgische Verwerthung der Elektricität Prag 1874 — Valentin: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. Aufl. II. Braunschweig 1848; — Zeitschr. f. rat. Med. (3) XXXIII 1868; — Molesch. Unters. X. 1868, — Arch f. d. ges. Physiol I. 1868; — Zeitschr. f. Biologie VIII. 1872. X. 1874; — Molesch Unters. XI 1875; — Vierordt: Physiologie Tübingen 1860. — Volkmann: Archiv f. Anat. u. Physiol. 1860. — Arch. f. d ges. Physiol. III 1870. — Volta: Collazione dell' opere. Firenze 1816. — Voltolini: Die Anwendung der Galvanokaustik im Inneren des Kehlkopfes und Schlundkopfes, sowie in der Mund- und Nasenhöhle und den Ohren. Wien 1871. 2. Aufl. — Vulpian: Gaz. méd de Paris 1857; — Compt. rend. et mém. de la soc. de biologie (2) 1875. IV.; — Journ. de la physiol 1858. I; — Arch. de physiologie. 1875. S 877; — De l'influence de la faradisation localisée sur l'anesthésie de causes diverses. Arch, de physiologie. 1880.

Wagner, Rudolph: Zeitschr. v. Henle u. Pfeufer. 3. Reihe. V. S. 331. — Warburg: Ann. d. Physik etc. CXXXIX. 1870. — De Watteville: Practical introduction to medical Electricity. 1878. — Weber, E.: Muskelbewegung. R Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. 1846. III. Abth. 2. S. 1; — Reizung des Rückenmarks. Ebend. S. 14; — Quaestiones physiologicae de phaenom. galvanomagnet in corp. hum. observ. Lipsiae 1836. — Weber, E. und E. H: Die Wirkung des magnet-elektrischen Stromes auf die Blutgefässe. Müller's Archiv. 1847. S. 232; — Borchardt's Journ. f. Mathemat. LXXVI. 1872. — Weber, F.: Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. in Zürich. 1878. — Weber-Liel: Ueber das Wesen und die Heilbarkeit der häufigsten Formen progressiver Schwerhörigkeit. Berlin 1875. — Weiss: Experimentelle Untersuchungen über den Lymphstrom. Virchow's Arch. Bd. 22. S. 526. — Weisflog: Die antiphlogistische Wirkung des elektrischen Stromes Deutsches Archiv für klinische Medicin VII. 2 1870: — Faradische Bäder. Deutsch. Arch. f. klin. Med. XVIII. Heft 4 u. 5. 1876. — Weyl: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1876. — Wiedemann: Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus. 2 Bände. Braunschweig 1861 u. 1863; — Die Lehre vom Galvanismus. 2. Auflage. I. Braunschweig 1872. — Willoughby-Müller: Elektrische Vorgänge im Munde. Deutsche medicin. Wochenschrift. 1881. No 39. S. 336. — Willy: Archiv für die gesammte Physiologie. V. 1871. — v. Wittich: Zeitschrift für rationelle Medicin (3) XXXI. 1868. — v. Wolkenstein, A.: Ueber die Wirkung der Hautreize auf die Nierenabsonderung Virchow's Archiv. Bd. 67. S. 419. — Wundt: Archiv für physiol. Heilkunde. 1858; — Die Lehre von der Muskelbewegung. Braunschweig 1858; — Arch f. Anat. und Physiol. 1859; — Arch. f. d. ges. Physiol. III. 1870; — Untersuchungen zur Mechanik der Nerven und Nervencentren. I. Ueber Verlauf und Wesen der Nervenerregung. Erlangen 1871.

Zahn: Archiv für die gesammte Physiologie I. 1868. — Zaufal: Prager medicinische Wochenschrift vom Jahre 1877 und 1878, zerstreute Aufsätze; — Ueber die allgemeine Verwendbarkeit der kalten Drahtschlinge zur Operation der Nasenpolypen. Ebendas. 1—3. S. 13. — Zech, P.: Die Physik in der Elektrotherapie. Tübingen 1875; — Bearbeitung von Dr. W. Eisenlohr's Physik. Stuttgart 1876. — v. Ziemssen: Die Elektricität in der Medicin. 3. u. 4. Aufl. Letztere blieb unvollendet; — und Weiss: Die Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit bei traumatischen Lähmungen. Deutsches Archiv f. klin. Med. IV. 1868. — Zurhelle: De nervorum sensitivorum irritabilitate in statu elektrotoni. Berlin 1864; — Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn. Berlin 1865.

Gymnastik.

Der Gymnastik kommen zwei Aufgaben zu, einmal die, den Körper und Geist kräftig und gesund zu erhalten; sodann die, den kranken Körper und kranke Körpertheile wieder zur Gesundheit zurückzuführen. Man unterscheidet demnach eine gewöhnliche Gymnastik, das Turnen, wozu alle möglichen Körperarbeiten gerechnet werden können, und eine Heilgymnastik, d. i. Vornahme von Körperübungen zur Erreichung eines Heilzweckes.

Mehr als je muss von ärztlicher Seite die Nothwendigkeit betont werden, zur Erhaltung und Pflege der Gesundheit den Körper methodisch zu üben und zu stählen. Denn noch nie gab es eine Zeit, in welcher der Körper und der Geist so einseitig entwickelt wurden, wie die jetzige.

Viele Arbeiter mit ihren engbegrenzten Arbeitsgebieten haben ihr ganzes Leben lang Tag für Tag immer eine und dieselbe Bewegungsart auszuführen, so dass sich in den verschiedensten Körperverkrümmungen der Einfluss der Arbeit dauernd ausprägt und man aus der Deformität das Handwerk erkennen kann. Die geistige Ausbildung steht dabei meist auf sehr niedriger Stufe.

Umgekehrt überlasten namentlich unsere höheren Schulen und sogenannten Gymnasien das Gehirn ausserordentlich und vernachlässigen den Körper gänzlich. Statt von den Alten, in deren Geist einzuführen sie vorgeben, das System der harmonischen Durchbildung des Körpers und Geistes auf unsere Zeit zu übertragen, sind sie die einseitigsten grammatikalisch-philologischen Dressiranstalten geworden. Ueber der Grammatik wird der Geist der Alten, über dem ewigen Sitzen bei den Büchern der Körper der Jungen gänzlich vergessen und vernachlässigt. Unsere Knaben mit ihrem von den kräftigen Voreltern her ererbten ungestümen Trieb zu Bewegung und Kraftbethätigung werden den ganzen Tag in die staubige und übelriechende Luft der Schulzimmer und in die engen Schulbänke eingepfercht; ihre sogenannte freie Zeit wird ihnen durch Hausaufgaben verkümmert. Den langen Winter hindurch sitzen sie, so lange es hell ist, in der Schule; in der Dunkelheit ist ihnen das Spazierengehen streng untersagt. Wenn sie nach

der Schule rennen und kämpfen und so durch energische Ausnutzung ihres kurzen Heimganges wenigstens einigermassen einem Gesetz der Natur unbewusst nachzukommen suchen, sperrt man sie zur Strafe an den freien Tagen ein. Ein Turnunterricht von zwei Stunden wöchentlich, wobei ein einziger Turnlehrer Hunderte von Knaben zu leiten hat, soll diesem aberwitzigen Verderben des jungen Körpers das Gegengewicht halten. Wenn man unsere arme deutsche Jugend, welcher die besten und schönsten Jahre des Lebens in so unverantwortlicher Weise geknickt werden, vergleicht mit der englischen Jugend, wie sie täglich nach ihren geistigen Arbeiten sich fröhlich und kräftig auf den grossen Wiesenflächen ihrer Städte herumtummelt, möchte Einem das Herz brechen. Wahrlich, wenn nicht wenigstens unsere militärische Dienstzeit einen Theil der Schäden ausbesserte, welche uns der Stock unserer Schulpedanten aufgezwungen, es müsste der gebildete Theil des deutschen Volkes zu Grunde gehen trotz des guten Erbes an Körperkraft.

Schon ist dem ganzen Volke der Sinn für körperliche Spiele, für körperliche Erholung zu Verlust gegangen. Der Mann, welcher sich nicht von Jugend auf an körperliche Uebung und Arbeit gewöhnt hat, kommt, wenn er einmal einen festen Beruf ergriffen, nur noch sehr schwer zu dem Entschluss, auch seines Körpers etwas zu warten. Die täglichen Spaziergänge unserer Stubenmenschen, bei denen sie „frische Luft schöpfen“ wollen, sind durchaus ungenügend. Um das auch schon quantitativ Ungenügende des gewöhnlichen Spazierengehens bewegungsarmer Menschen recht schlagend einzusehen, vergleiche man dasselbe mit der Summa der täglichen Bewegung, welche auch der Minderkräftige z. B. auf Gebirgsreisen bei nur mässigen Tagesmärschen von etwa 4—6stündigem Bergauf-, Bergabsteigen wochenlang mit Leichtigkeit ausführt — Bewegungssummen, welche, wie der Erfolg beweist, doch eben nur genügende, der Gesundheit in jeder Hinsicht heilsame, durchaus noch nicht übermässige zu nennen sind (Schreiber).

Immer häufiger werden daher die unseligen Folgen der vernachlässigten Körperausbildung, welche nicht blos auf den Körper, sondern auch auf den Geist fallen: die Blutarmuth und Bleichsucht, die Frühreife und Blasirtheit, die Kurzsichtigkeit, die nervöse Ueberreiztheit, die Selbstbefleckung und Ausschweifungen aller Art.

Es ist deshalb die dringende Pflicht der Aerzte, sich der Gymnastik als einem vorzüglichen Prophylaktikum und Heilmittel mehr zuzuwenden, als es bisher geschehen ist; ferner immer und immer wieder ihre Stimme zu erheben gegen die oben geschilderten Missstände der Gegenwart und auch ihrerseits mitzuwirken an dem grossen Ziele einer allseitigen Durchbildung unseres Volkes. Im Verein mit einsichtigen Pädagogen müssen sie es dahin zu bringen suchen, dass die körperliche Gymnastik mit der geistigen Gym-

nastik zu einem harmonischen Ganzen verbunden, und unsere Jugend, wie zu hoher geistiger, so auch zu hoher sittlicher und körperlicher Entwickelung und Reife geführt werde.

Der allgemeinen Einführung einer täglichen Ausübung der Gymnastik steht namentlich die Bequemlichkeitsliebe, der Zeitmangel und die Willensschwäche des grössten Theiles der Menschen hindernd im Wege. Am meisten nothwendig haben regelmässige Turnübungen alle Stände, welche sich vorzugsweise geistig beschäftigen und dabei während ihrer Arbeitszeit an das Zimmer gefesselt sind: also Gelehrte, Beamte, Lehrer, Schüler; sodann kommen die eine sitzende Lebensweise führenden Handwerker. Am ehesten können das Turnen entbehren die Berufsarten, welche an und für sich grosse Körperanstrengungen erfordern, wie Landbebauer, Schmiede, Schreiner u. dergl., obwohl auch ihnen die geistigen Vortheile des Turnens durch ihre geschäftliche Arbeit nicht ersetzt werden.

Mit den wissenschaftlichen Vorarbeiten für die Gymnastik ist es noch nicht besonders bestellt. In ihren Berichten über die neuere Heilgymnastik sind H. E. Richter sowohl, wie C. H. Schildbach darin vollständig übereinstimmend, dass die Literatur derselben sich mehr durch Umfang, als durch Gehalt auszeichnet, und dass sie in hohem Grade die Fehler der unselbstständigen Nachschreiberei, des unbegründeten Behauptens, der eitlen Selbstüberhebung und erwerbsüchtigen Ruhmredigkeit habe.

Es ist in der Lehre von der Gymnastik eben Alles behauptet worden, was in der Phantasie nur ausdenkbar ist, sogar, dass das Turnen und die Muskelübung die Muskeln schwäche und verzehre (Werner, Schilling), statt diese zu stärken. Die von Physiologen bei ihren Untersuchungen über Muskelarbeit, Blutkreislauf und Stoffwechsel erhaltenen Ergebnisse hat man in meist unrichtiger Weise in die Turnlehre einzuweben versucht.

I. Turnen.

Physiologische Wirkung und therapeutische Bedeutung.

Das Turnen wirkt in dreierlei Weise günstig auf den Gesammtorganismus des Menschen ein, einmal in geistiger und moralischer, sodann in kraft- und schönheitssteigernder und endlich in gesundheitsbefördernder Weise.

1. Geistige und moralische Wirkungen.

Ich setze dieselben mit Absicht in den Vordergrund, weil sie meiner Ueberzeugung nach auch in hygieinischer Hinsicht die wich-

tigsten und zugleich diejenigen sind, welche am wenigsten geachtet und gewürdigt werden. Gerade die geistigen Vortheile eines regelmässigen Turnbetriebs sind es, welche dem Turnen eigentlich seinen ganz besonderen Werth verleihen; denn die körperlichen Vortheile sind nicht einzig an das Turnen geknüpft, sondern können Folge der verschiedensten Körperarbeiten sein. Ja es kann ein Bauer, ein Erdarbeiter, ein Holzhacker, ein Schiffer sogar gesünder und kräftiger gedacht werden, als der Turner, weil bei den ersteren zu der tagelang andauernden starken Körperarbeit auch noch der fortdauernde Genuss einer freien frischen Luft kommt, welcher dem Turner fehlt, da dieser sich in der grossen Mehrzahl seinen Berufsarten entsprechend den ganzen Tag im Zimmer aufhalten muss und nur des Abends eine oder einige Stunden den Körperübungen widmen kann. Dafür ersetzen die geistigen Vortheile, die aus regelmässigen Turnübungen entspriessen, den Nutzen der Arbeit im Freien; denn die vielseitigen Uebungen des Körpers führen bei den engen Beziehungen zwischen Körper und Geist mit Nothwendigkeit auch zu einer geistigen Zucht und zu einer Reihe von moralischen Tugenden der höchsten Art, welche ihre günstigen Wirkungen wieder auf den Körper zurückstrahlen lassen, da die Sittlichkeitsgesetze im Grunde nichts Anderes als Gesundheitsgesetze sind.

Die häufige Nothwendigkeit, beim Turnen befohlene Bewegungen rasch auszuführen, gewisse Körperbewegungen plötzlich zu hemmen und andere dafür eintreten zu lassen, übt die Aufmerksamkeit und Geistesgegenwart; die vielen oft gewagten und schwer ausführbaren Uebungen, z. B. beim Springen über ein Pferd, steigern die Energie, stählen den Muth und machen unerschrocken. Dadurch dass man allmälig kennen lernt, was der Körper leisten kann und was nicht und was lebensgefährlich ist, steigert man die Bedachtsamkeit und Besonnenheit. Durch die Ordnungsübungen lernt man seinen Willen unterordnen, also den Gehorsam. Durch das Bewusstsein der erlangten Kraft erhält man ein schönes Sicherheitsgefühl und männlichen Stolz. Dadurch dass man manche schwerere Uebungen erst nach langer und vielmaliger Anstrengung zu Stande bringt, wächst die Thatkraft. Die häufigen geselligen Zusammenkünfte mit anderen Menschen auf den Turnplätzen schützen vor Vereinsamung, vor Menschenscheu, erfrischen also das Gemüth. Endlich ist auch das Turnen ein kräftiges Beförderungsmittel der Sittlichkeit; denn das jugendliche nach Austoben gerichtete Kraftgefühl wird von Ausschweifungen ab in bessere Bahnen gelenkt, der Kraftüberschuss wird abgegeben zur weiteren Körperkräftigung. Der weichliche, nicht körperlich arbeitende Mann tobt seine Kraft aus in den Armen der Buhlerinnen oder in Selbstbefleckung, und der Schlaf bringt ihm wohllüstige Träume und Saamenergiessungen; der Morgen findet ihn matt, trüb und verdrossen. Der Schlaf nach tüchtiger Körperdurcharbeitung dagegen ist ein tiefer, traumloser und das

Erwachen ein erquickendes. Der durch fleissiges Turnen gesteigerte Stolz und die Freude an dem eigenen kräftigen Körper bewahrt vor Gemeinheit und allen Folgen dieser.

Zum Schlusse: bei allen thatkräftigen, ihren Körper übenden, kriegerischen Völkern hatte auch immer Kunst und Wissenschaft eine lange Blüthe und wuchs die Volkszahl trotz grosser fortwährender Verluste im Kriege, während weichliche, wohllüstige Völker es nur zu einer tauben Blüthe brachten und rasch wieder untergingen.

2. Steigerung der Kraft und Schönheit.

In einem Vortrage „Ueber die Uebung“ setzt Du Bois-Reymond auseinander, dass die Muskelübung eine Vervollkommnung des menschlichen Organismus nicht blos in Bezug auf die Muscularkraft, sondern auch in Bezug auf viele andere Dinge setzt. Allerdings kommt die Steigerung der ersteren am frühesten zur Anschauung, indem Jeder an sich und an Anderen sehr bald bemerkt, wie fortgesetzte Uebung jede Arbeit besser und leichter verrichten lässt. Der thierische Organismus ist eine Arbeitsmaschine, die sich durch die Arbeit immer mehr vervollkommnet und jede Leistung durch öfteres Wiederholen schliesslich mit immer einfacheren Mitteln erreicht.

Im Muskelsystem zeigt sich namentlich, dass bei fortgesetzter Uebung dieselbe Leistung schliesslich immer weniger Muskeln in Anspruch nimmt, und dass eine Reihe störender und unnöthiger Mitbewegungen ausfallen; ferner, dass die schwerste Arbeit schliesslich nicht mehr mit dem schmerzlichen Gefühl grosser Anstrengung, sondern leicht und gleichsam spielend sich ausführen lässt.

Aber diese Selbstvervollkommnung liegt nicht allein in den Veränderungen der Musculatur, sondern auch darin, dass die Bewegung der Knochen in den Gelenken viel ausgiebiger wird. Man denke nur an die extremen Grade der Gelenkigkeit, welche die sogenannten Kautschukmänner durch Uebung zu Stande bringen, an die eleganten und doch kräftigen Bewegungen der Tänzer und Tänzerinnen, an die Beweglichmachung mancher steifer Fingergelenke durch fortgesetzte Uebung bei Geigenspielern, und an die Heilwirkungen orthopädischer passiver und activer Bewegungen bei steifen Gelenken.

Ferner wenn wir einen jugendlichen Arbeiter zum ersten Male seine schwereren Berufsarbeiten beginnen sehen, so werden wir ihn sehr bald schweissbedeckt und athemlos finden. Nach mehreren Jahren arbeitet derselbe Mensch einen ganzen Tag lang viel angestrengter, und dennoch bleibt seine Haut trocken, schwellen die Venen nicht mehr an und geht der Athem ruhig wie in der Ruhe fort.

Ja sogar die Festigkeit der Haut gewinnt durch die Uebung,

und die starken hornigen Schwielen in der Hand des Ruderers, des Hammerschwingers tragen nicht weniger bei zur leichteren Vollbringung der Arbeit, als die Zunahme der Muscularkraft und die grössere Excursionsfähigkeit der Gelenke.

Du Bois-Reymond macht aber darauf aufmerksam, wie man über diesen Wirkungen der Uebung auf die peripheren Theile bis jetzt eigentlich ganz übersehen habe, dass alle Leibesübungen, wie Turnen, Fechten, Schwimmen, Reiten, Tanzen, Schlittschuhlaufen vielmehr Uebungen des Centralnervensystems, des Gehirns und Rückenmarks sind. Freilich gehöre zu diesen Bewegungen ein gewisser Grad von Muskelkraft; aber man könne sich einen Menschen denken mit schwellenden Muskeln, gleich denen des Farnesischen Hercules, und doch unfähig zu stehen und zu gehen, geschweige verwickeltere Bewegungen auszuführen; dazu brauche man ihm blos z. B. durch Berauschen das Vermögen zu nehmen, seine Bewegungen zweckmässig zu ordnen und zusammenwirken zu lassen. Jede Leistung unseres Körpers als eines Bewegungsapparates hängt mehr von dem richtigen Zusammenwirken der Muskeln, als von der Kraft ihrer Verkürzung ab. Man denke nur an einen Weitsprung, welchen der kräftigste Mensch nicht so weit leistet, wie der schwächere, aber geübte, da dieser die richtige Lage der Glieder, die richtige Geschwindigkeit des Schwerpunktes und die richtige Reihenfolge in der Erschlaffung und Zusammenziehung der zum Sprunge nothwendigen Muskeln einzuhalten versteht. Der eigentliche Mechanismus der zusammengesetzten Bewegungen muss, wie diese Ueberlegung zeigt, im Centralnervensystem seinen Sitz haben, und folglich ist Uebung in solchen Bewegungen wesentlich eine Uebung des centralen Nervensystems. Alle körperlichen Uebungen sind also nicht blos Muskelgymnastik, sondern auch, und sogar vorzugsweise, Nervengymnastik.

Bei den meisten zusammengesetzten Bewegungen kommt, wie Du Bois-Reymond des weiteren auseinandersetzt, neben der Beherrschung der Muskeln durch das motorische Nervensystem auch noch das sensible in Betracht. Auge, Druck- und Muskelsinn und schliesslich die Seele müssen jeden Augenblick bereit sein zur Auffassung der Körperstellung, damit die Claviatur der Muskeln zur rechten Zeit und richtig angeschlagen werde, wie sich dies namentlich recht deutlich beim Fechten und beim Pariren blitzschnell nach einander fallender Hiebe zeigen lässt. Die gröberen und feineren Körperbewegungen und Handfertigkeiten, also der Sprung des Turners ebenso wie die Fertigkeit eines Geigers, eines Mechanikers, einer Näherin und Klöpplerin sind schliesslich zuletzt eigentlich doch nur denkbar als Folgen erworbener Verkettung zwischen den Actionen von Ganglienzellen, welche, nachdem sie oft in bestimmter Reihenfolge abliefen, nunmehr mit bevorzugter Leichtigkeit in derselben Art von Statten gehen, in einander greifen, pausiren und von selbst wieder einsetzen.

3. Die Erhaltung einer gesunden Körperbeschaffenheit.

Bei allen Berufsclassen, welche mehr geistig und mehr sitzend ohne grosse körperliche Anstrengung arbeiten müssen, kann die Gesundheit eigentlich nur durch das Turnen erhalten werden, zu welchem im weiteren Sinne alle regelmässig und eine gehörige Zeit lang geübten schwereren körperlichen Arbeiten, wie z. B. Gartenarbeiten, Reiten, Schwimmen, Fechten gehören. Leider glaubt der grösste Theil der stubenhockenden Menschheit mit einem trägen, kurzen Verdauungsspaziergange seine Schuld an seinem bedauernswerthen Körper abgetragen zu haben, was aber nie der Fall ist; denn nie kann diese schwache, kurzdauernde Bewegung der unteren Extremitäten die kraftvolle turnerische Durcharbeitung der Gesammtmusculatur des Körpers auch nur annähernd ersetzen (S. 456).

Das Turnen ist nicht, wie von Enthusiasten angestrebt wird, eine Universalheilmethode, wohl aber ist es von unersetzlicher Nützlichkeit bei folgenden, meist auf Mangel von Körperbewegung zurückführbaren Zuständen.

a. Beeinflussung des Kreislaufs. Der Hauptvortheil des Turnens in gesundheitlicher Beziehung besteht in der Herstellung einer richtigen Blutvertheilung im ganzen Körper. Im gewöhnlichen Leben tritt immer ein ganz deutlich nachweisbarer und folgenschwerer stärkerer Zufluss des Blutes zu denjenigen Theilen ein, welche am meisten durch den Lebenslauf und die Gewohnheiten des Individuums in Anspruch genommen sind. Bei dem viel und scharf denkenden und wissenschaftlich arbeitenden Menschen tritt eine Hyperämie des Gehirns ein mit ihren leichteren Störungen, wie Kopfweh, nervöse Reizbarkeit, Erbrechen, und ihren schweren Störungen, wie Schlagflüssen. Bei dem einer sitzenden Lebensweise Fröhnenden, bei dem Schlemmer tritt neben einer vielleicht vermehrten Blutbildung überhaupt namentlich eine Ueberlastung der Unterleibsorgane mit Blut und Lymphe ein, welche zu mannigfachen Verdauungs- und hypochondrischen Beschwerden, zu Appetitlosigkeit, Verstopfung, Hämorrhoidalzuständen führt; bei dem Wollüstling ein stärkerer Affluxus zu den Geschlechtstheilen und dem Rückenmark, welcher namentlich das letztere zu schweren Erkrankungen, Tabes dorsalis u. s. w. disponirt. Diese habituell werdenden Ueberfluthungen einzelner Organe schädigen übrigens nicht blos diese selbst, sondern sehr häufig auch den Gesammtorganismus in irreparabler Weise. Namentlich die abnorm lange Ueberreizung des Nervensystems durch unmässige geistige Thätigkeit und die Hyperämien dieser Theile erzeugen so unangenehme krankhafte Allgemeingefühle, dass eine erspriessliche Thätigkeit des Gesammtorganismus oft auf lange Zeit hintangehalten wird.

Allen diesen einseitigen Stauungen und Congestionen in der Blutsäule kann mit Sicherheit ein Ende gemacht werden durch eine täglich vorgenommene turnerische Gymnastik.

Die Einwirkung des Turnens auf den Kreislauf ist eine höchst mannigfaltige und von verschiedenen Punkten aus einsetzende. In allerjüngster Zeit hat hierüber Sommerbrodt eine interessante Studie veröffentlicht, welche eigentlich bereits in unsere Abhandlung über die Wirkung der comprimirten Luft gehören würde und dort manche wichtige Punkte umgestaltet hätte, uns aber erst zu Händen kam nach Abschluss des Druckes jenes Abschnittes. Sommerbrodt hat im Anschluss an die vorausgegangenen Untersuchungen Hering's, Drosdoff's und Riegel's und im Gegensatz zu der Waldenburg'schen Behauptung von der blutdrucksteigernden Wirkung des Valsalva'schen Versuchs und der Einathmung comprimirter Luft aufgefunden, dass bei jeder Körperbewegung, durch welche der intrabronchiale Druck gesteigert wird, also beim Singen, Lachen, Turnen, Rudern, Schwimmen, Laufen, Steigen, gleichgültig ob damit venöse Stauung verbunden ist oder nicht, als Folge der intrabronchialen Drucksteigerung zwei Wirkungen im Circulationsapparat in die Erscheinung treten, nämlich 1) Entspannung der Gefässwand und 2) Beschleunigung der Herzthätigkeit.

Nach Aufhören der diesen Zustand bedingenden Bewegungen und intrabronchialen Drucksteigerung fand S. sodann umgekehrt alle Zeichen gesteigerten Blutdrucks für kurze Zeit auftreten, nämlich sehr starke Spannung der Gefässwand, Verlangsamung der Herzschläge und Aenderungen im Rhythmus der Schlagfolge.

S. glaubt nun, dass das erste Stadium der Kreislaufswirkung, die Entspannung der Gefässwand und die Beschleunigung der Herzthätigkeit mit Hering als eine reflectorische Folge der Reizung sensibler Lungennerven angesehen werden müsse. Dass namentlich die Entspannung der Gefässwand nicht erklärt werden könne durch eine selbstständige Blutdruckserniedrigung in Folge venöser Rückstauung beim Pressen der Luft im Thoraxraum beweist S. dadurch, dass er die Entspannung auch dann noch findet, wenn die Rückstauung des Blutes mangelt, z. B. bei einfach beschleunigter und vertiefter Athmung. Durch die intrabronchiale Luftdrucksteigerung werden also nach S. die sensiblen Lungennerven gereizt, dadurch entsteht eine reflectorische Beeinflussung der vasomotorischen Nerven des Gesammtkörpers, nämlich eine Verminderung ihres Tonus und damit eine Entspannung der Gefässwände, Erweiterung der arteriellen Blutbahn und ein Sinken des Gesammtblutdrucks. Diese durch jede intrabronchiale Drucksteigerung ausgelösten combinirten Reflexwirkungen, nämlich die Erweiterung der Gefässe und die stets proportional grosse Beschleunigung der Herzaction bedeuten nichts Anderes als: Vermehrung der Stromgeschwindigkeit des Blutkreislaufs durch Verminderung der Widerstände und durch Ver-

mehrung der Triebkraft. Die Reflexwirkungen sind proportional der Stärke und Dauer des intrabronchialen Druckes und deshalb ist das Maass des letzteren der Regulator für die Stromgeschwindigkeit des Kreislaufs.

Die Bedeutung dieser Einrichtung ist nach S. schon daraus erkennbar, dass sie bei jeder Muskelthätigkeit in Function tritt; denn es giebt keine, mit welcher nicht intrabronchiale Drucksteigerung verbunden wäre. Beim Schreien, Singen, Pressen leuchtet dieses von selbst ein; da aber auch jedes Moment, das den normalen Sauerstoffgehalt des Blutes vermindert und dessen Kohlensäuregehalt vermehrt, in Folge Reizung der Athmungscentra die Athmung beschleunigt und vertieft, so muss überhaupt jede Muskelaction die Athmung beschleunigen und vertiefen, dadurch intrabronchiale Drucksteigerung und damit Auslösung der Reflexe bewirken.

Der Zweck dieser von S. zuerst dargelegten Einrichtung ist ein vierfacher: 1) dient sie für die beschleunigte Bethätigung der Muskeln mit Blut bezw. Sauerstoff, 2) fördert sie die Ausscheidung der Verbrauchsstoffe durch Steigerung der Nierenthätigkeit, 3) ist sie die wirksamste Regulationsvorrichtung für die Körperwärme bei Muskelthätigkeit und endlich 4) ist sie eine Schutzvorrichtung gegen die Wirkungen, welche durch Rückstoss und Rückdrängung des venösen Blutes entstehen.

Schon von Ludwig und Sadler ist nachgewiesen worden, dass durch die erweiterten Gefässe des arbeitenden Muskels das Blut stärker und reichlicher fliesst (vergl. S. 321 u. 322); ferner wissen wir, dass auch in dem peristaltisch stärker bewegten Darm eine raschere Fortschiebung der Blutsäule und eine raschere Entleerung des Pfortaderkreislaufs gegen das Herz zu stattfindet, da bei den durch starke Muskelaction z. B. der Bauchpresse stattfindenden Volumverkleinerungen der Bauchhöhle das Blut vorwiegend nur nach der einen Seite getrieben wird. Durch diese Momente allein schon findet ein richtiger Ausgleich in der Vertheilung der Blutmasse auf die einzelnen Organe statt; schon allein dadurch, dass sich in der den grössten Theil des Körpers ausmachenden Musculatur bei der grösseren Ausdehnung ihrer Gefässe gleichsam ein ungeheueres neues Reservoir eröffnet, wird dafür gesorgt, dass die vorher überlasteten Organe von ihrem Blutüberfluss befreit werden.

Im Gegensatz zu dem ruhenden Muskel zeigt der thätige einen sehr starken Sauerstoffverbrauch, so dass der Körper während der Arbeit 4—5 Mal soviel Sauerstoff aufnimmt als während der Ruhe. Gesteigerter Verbrauch macht aber gesteigerte Zufuhr nöthig, wenn anders der Muskel andauernd thätig sein soll. Durch die Sommerbrodt'sche Reflexvorrichtung, die immer eintritt, sobald der Mensch Muskelthätigkeit ausübt, wird nun immer in letzter Linie Vermehrung der Stromgeschwindigkeit des Blutes hervorgerufen, so dass man teleologisch die genannte Vorrichtung in den Organis-

mus eingefügt denken kann, damit sowohl die beschleunigte Blut- bezw. Sauerstoffzufuhr zum Muskel, als auch die sogenannte beschleunigte Abfuhr der Ermüdungsstoffe aus den Muskeln gesichert ist, damit also die Muskeln besser ernährt und durch bessere Ernährung leistungsfähiger gemacht und andererseits einer zu baldigen Ermüdung und Erschlaffung der Organe vorgebeugt werde.

Wenn des Tages über die nur wenig angeregte Herzaction das Blut nur träge durch die Adern treibt, müssen sich die ermüdenden Stoffe namentlich im Nervensystem ansammeln und in demselben die Gefühle der Ermüdung und Widerwärtigkeit, der Schlafsucht erwecken. Mit der beschleunigten Ausscheidung jener durch das Turnen werden auch diese unangenehmen Gefühle rasch vertrieben.

b. Beeinflussung der Ausscheidungen. Auch wird, da der Körper in der Ruhe nicht schwitzt, von der Haut, und da er bei langsamerem Blutstrom nicht so viel Blut durch die Nieren hindurchtreibt, von den Nieren weniger Wasser abgegeben; dieses häuft sich also im Organismus, in dem Nervengewebe und in den Muskeln, im Blute mehr an und giebt Anlass zu mannigfachen Erkrankungen. Dagegen wird nicht nur während, sondern auch noch lange Zeit nach dem Turnen, also auch in der Ruhe nach demselben, in Folge des rascheren Blutstromes die Wasserabgabe um das Doppelte, Drei- ja Vierfache gesteigert (Pettenkofer, Voit).

c. Einfluss auf Oxydationsprocesse und Wärmebildung. In dem ruhenden, träg durchströmten Körper gehen die Oxydationsprocesse bedeutend schwächer vor sich, in Folge dessen wird weniger Fett verbrannt und mehr angehäuft; in je stärkerem Grade der Körper fett wird, um so mehr nimmt die Blutmasse, die Tiefe der Athembewegungen u. s. w. ab, und das Fett, die Folge verminderter Oxydationen, wird zu einer neuen Ursache dieser Verminderung. Bei vermehrter Muskelarbeit wird vor Allem mehr Fett verbrannt, es schwinden die unnützen und belästigenden Fettablagerungen im Bauch, am Herzen, und dadurch können auch die Oxydationsprocesse des Körpers wieder mehr in die Höhe gehen.

Ferner weiss man durch Henneberg, dass der durcharbeitete, muskelreiche und starke Organismus im Schlafe bedeutend mehr Sauerstoff anhäuft, als der fette, muskelschwache, also sich für den folgenden Tag bereits leistungsfähiger macht.

Der durch vermehrte Muskelcontraction bedingten stärkeren Wärmebildung wirkt zwar einerseits die Erweiterung der Hautgefässe durch die Sommerbrodt'sche Einrichtung, andererseits auch die vertiefte Athmung compensatorisch entgegen. Doch scheint, wie Sommerbrodt hervorhebt, in ersterer auch eine gewisse Fährlichkeit zu liegen, da bekanntermassen die nachtheiligen Einflüsse der Zugluft, der plötzlichen Abkühlungen im Wasser, der sogenannten

Erkältungen am häufigsten dann sich geltend machen, wenn sie den Körper nach starker Muskelaction treffen. Durch die starke Körperthätigkeit müssen die Gefässe in der oben auseinandergesetzten Weise erweitert sein; und es ist sehr wohl denkbar, dass hiebei die gegentheilige Innervation der Gefässe, die Vermehrung des Tonus der Vasomotoren, welche beim nicht muskelthätigen Körper durch die Kälte leicht bewerkstelligt wird, gar nicht oder wenigstens schwerer zur Entfaltung kommt, und dass damit einer übermässigen Abkühlung des Blutes die Pforten geöffnet bleiben.

d. Einfluss auf das Körpereiweiss. Ferner darf nicht übersehen werden, dass trotz dieser mannigfachen tief eingreifenden Stoffwechseländerungen während schwerer körperlicher Arbeit das eigentlich wichtigste Substrat des Körpers, das Eiweiss, fast nicht angegriffen wird, die Stickstoffausscheidung sich fast nicht vermehrt, also die eigentliche kraftgebende und -erhaltende Substanz, demnach die Kraft und Stärke des Körpers, auch von dieser Seite betrachtet, ungemindert bleibt.

Alle die aufgezählten Vortheile gelten ebenso für die nervösen Central- wie für sämmtliche peripheren Organtheile. Daher kommt es, dass nach des Tages Last und Mühe das abendliche Turnen oder ein Reisemarsch den daran Gewöhnten nicht nur nicht ermüdet, sondern sogar erfrischt, mit neuer Kraft durchströmt, Kopf und Herz helle macht und wieder empfänglicher für alles Gute und Schöne.

e. Einfluss auf Blutstauungen und Arteriosklerose. Die in Folge des Pressens bei starken körperlichen Anstrengungen eintretende rückläufige Blutstauung in den Venen (erkennbar an der Anschwellung des Halses und der Halsvenen, dem Dunkelrothwerden des Gesichts), welche sich durch die Capillaren bis zu den Arterien fortpflanzt und sowohl einen Insult setzt für die Gefässe, wie den Kreislauf behindert: erfährt, wie Sommerbrodt auseinandersetzt, ein Gegengewicht durch die von ihm entdeckte Einrichtung. Denn mit dem Vorgange des Pressens ist allemal untrennbar verbunden die combinirte Reflexwirkung auf Herz und Gefässe, und so parirt der Organismus den Stoss und die Ueberfüllung, welche die arteriellen Gefässe trifft, durch die Entspannung der Gefässwände, ja noch mehr, er übercompensirt die Behinderung der Circulation des Blutes sofort dadurch, dass er mittelst der combinirten Reflexwirkungen eine Strombeschleunigung auslöst, welche proportional ist der Grösse und Dauer der gesetzten Pressung im Bronchialbaum. Dass die combinirte Reflexwirkung in ihrer Eigenschaft als Schutzapparat gewissermassen einrosten kann, dass sie wie jede andere Function unseres Organismus durch Mangel an Uebung und seltene Benützung allmälig Geringeres leistet, das sieht man am besten, wenn Jemand

in vorgerückteren Jahren bei nicht muskelthätiger Lebensweise sich bückt oder etwas Schweres heben will: da fallen ihm die venösen Stauungserscheinungen sehr lästig auf, was sein dunkelrothes Gesicht und sein Aechzen zu erkennen giebt.

Nach S. kommt dies zum guten Theil daher, dass man in jüngeren Jahren eben täglich viel mehr durch Muskelaction die combinirten Reflexwirkungen auslösen und spielen liess und ihre übercompensirenden Leistungen aus diesem Grunde prompter und grösser gewesen sind. Wenn man den Mechanismus durch Uebung, durch rationelle Gymnastik wieder flott mache, dann könne man es in vielen Fällen wieder erreichen, dass die oben erwähnten lästigen Erscheinungen bei kräftiger Muskelaction mit intrabronchialer Pressung in Wegfall kommen.

Ferner ist das Turnen ein ausgezeichnetes, ja das hauptsächlichste Prophylacticum gegen eine nur zu häufige Krankheit, namentlich des höheren männlichen Alters, gegen die Arterio-Sklerose und die diese begleitende Herzhypertrophie. Wie erst jüngst A. Fränkel sehr einleuchtend auseinander gesetzt hat, tritt dieselbe namentlich bei denjenigen Männern der besseren Stände ein, welche eine zu geringe körperliche Bewegung haben; und zwar unter dieser Categorie von Menschen nicht allein bei denen, welche einer sehr schlemmerischen Lebensweise unterliegen und deshalb sehr fett und aufgeschwemmt sind, sondern auch bei mageren und nicht besonders üppig lebenden Individuen. Namentlich bei den Fetten wird die lange Zeit bestehende starke Füllung der Darm- überhaupt Unterleibsgefässe durch die immer mehr raumbeengende Zunahme des Fettes im Bauchraume in das Gegentheil verkehrt, indem zuerst die wenig gespannten grossen und mittelgrossen Darmvenen, später auch die kleinen Darmarterien comprimirt werden. Steigernd auf diese Compression der Darmgefässe wirkt dann die in Folge der verminderten Darmbewegung, des langen Liegenbleibens des Darminhaltes unter dessen unvollkommener Resorption sich bildende Ansammlung von vielen Darmgasen. Es werden so die Darmgefässe gleichsam von 2 Seiten ausgequetscht und dadurch ungemein grosse Mengen von Blut, deren geräumiges Reservoir in normalen Zuständen sonst der Unterleib war, in den Kreislauf des übrigen Körpers gedrückt; es entsteht sowohl eine ausgeprägte Ueberfüllung des Venensystems im grossen Kreislauf, sich manifestirend durch zahlreiche varicöse Erweiterung der Körpervenen, als auch eine Steigerung des Aortendrucks. Bei nicht fetten, aber doch vorwiegend sitzenden Männern fehlt für die Fortbewegung des venösen Blutstromes im Unterleib eine von rückwärts wirkende Kraft; es können sich deshalb die Arterien des grossen Kreislaufs nicht mehr so leicht entleeren, und es resultirt durch diese, von den vorigen verschiedenen Momente doch schliesslich auch eine Steigerung des Aortendrucks. Eine Reihe von Beobachtungen nun machen es wahrscheinlich, dass Ueberlastung des grossen Kreis-

laufs, starke Zerrung der Arterienwandungen durch z. B. heftige Pulsationen die eigenthümlichen Veränderungen der Arterienwand veranlassen, welche man die sclerotischen nennt. Werden die kleineren Arterien von Sclerose befallen, so kommt zu den oben erwähnten Ursachen der Steigerung des Blutdrucks noch ein neues Moment, nämlich die durch die Sclerose bedingte Verengerung des Arterienlumens und die damit verbundene Vermehrung der circulatorischen Widerstände.

Allen diesen Zuständen kann nun vorgebeugt werden durch ein zur rechten Zeit begonnenes, mehr oder weniger energisches Turnen oder wenigstens durch dem Turnen nahe stehende körperliche Arbeiten. Um den Unterleibskreislauf in regem Gang, dadurch die Verdauung und Darmperistaltik kräftig zu halten, Meteorismus und Fettansatz zu beseitigen, giebt es ausser dem Gebrauche der Mittelsalze keine bessere Methode als energische Bethätigung der die Bauchhöhle umgebenden Musculatur. Eine Unmasse von Männern würden sich ihre fünfziger oder sechziger Jahre nicht so traurig durch die Folge der Arteriosclerose gestalten und würden nicht in verhältnissmässig früher Zeit apoplektisch zu Grunde gehen, wenn sie von Jugend an ihrem Körper täglich eine oder einige Stunden energische Bewegung und eine tägliche kalte Waschung oder Douche zugemuthet hätten.

f. Einfluss auf Brustkorb und Athmung. Durch die kraftvolle Bethätigung der gesammten Körpermusculatur und durch den Lufthunger, welcher durch die stärkeren Oxydationsprocesse des Körpers bedingt wird, ist der Mensch gezwungen, tiefere Athembewegungen zu machen; die Lunge wird stärker gedehnt und stärker comprimirt und in Folge dessen besser gelüftet. Es bietet deshalb in dieser Richtung das Turnen dem brustschwachen, in der Entwicklung zurückgebliebenen und hektisch beanlagten Menschen dieselben und noch mehr Vortheile, wie ein theuerer Gebirgsaufenthalt. Seine Brust wird breiter, die Brustmusculatur wird stärker entwickelt, die Athembewegungen werden grösser, das Blut wird sauerstoffreicher, das Gesicht röthet sich, und der ganze Mensch bekommt eine grössere Widerstandskraft.

g. Beeinflussung der Verdauung und der Ernährung. Durch die kraftvolle Bethätigung der Bauchmusculatur und die bereits erwähnte Beschleunigung des Pfortaderkreislaufs werden natürlich auch die Darmbewegungen angeregt, die Aufsaugung und die Fortschaffung des Speisebreies oder der Lymphe und des Blutes im Magen und Darm beschleunigt und gesteigert und dadurch ebensowohl das Gefühl der Gesundheit, der Appetit, die Verdauungsfähigkeit erhöht, wie alle möglichen Verdauungsirregularitäten und deren Folgen, z. B. Hypochondrie, vermieden. Durch den grösseren Appetit und die bessere Verdauungsfähigkeit

werden natürlich auch mehr Nahrungsstoffe assimilirt, in Folge dessen heilen Bleichsucht, Chlorose und hebt sich selbst lange Zeit bestandene allgemeine Körperschwäche. Menschen, welche oft Jahrzehnte lang immerfort gekränkelt hatten, werden sehr häufig durch eine Combination von hydrotherapeutischen und gymnastischen Proceduren vollkommen gesund.

h. Beeinflussung des Schlafes. Während die Folgen einer zu lange fortgesetzten geistigen Anstrengung sich stets durch psychische Depression und Schlaflosigkeit rächen, giebt es zur Vorbeugung und zur Beseitigung dieser bereits eingetretenen schweren und den ganzen Organismus zerrüttenden Umstände kein besseres Mittel, als das Turnen; denn dasselbe erzeugt, wie bereits erwähnt, einen tiefen, traumlosen und dadurch den Geist erquickenden Schlaf und vertreibt alle beängstigenden Gehirnsymptome. Der ohne diese täglichen Uebungen immer verstimmter, missmuthiger, reizbarer und menschenhasserisch werdende gelehrte und Actenmensch, der Hypochonder und Melancholiker werden schon auf dem Turnplatze heiterer, geselliger, und dieser bessere Grundton zieht sich bald auch durch die übrigen Stunden des Tages hindurch und macht sie zu anderen Menschen.

i. Beeinflussung der Psyche und des Centralnervensystems. Die auf S. 458 genauer detaillirten moralischen und seelischen Wirkungen, namentlich die Beseitigung geistiger und körperlicher Schlaffheit und die fortwährende Anregung der Willenskraft ruft bei vielen melancholischen und chronisch kranken Menschen neuen Lebensmuth hervor, giebt ihnen die verlorene Kraft, gegen ihre Krankheit mit neuen Mitteln zu Felde zu ziehen, nachdem sie schon auf Alles verzichten wollten, und stärkt ihre Standhaftigkeit. Ja manche auf Schwäche beruhende Krankheitszustände des Centralnervensystems werden geradezu durch entsprechendes Turnen noch heilkräftig beeinflusst, z. B. der Veitstanz. Bei diesem darf natürlich nur dann eine gymnastische Cur (mässige und methodische Ordnungs-Freiübungen) angewendet werden, wenn er nicht Folge einer organischen Gehirn- und Rückenmarkserkrankung und wenn er bereits im Abklingen begriffen ist. Es müssen dann lauter Uebungen angestellt werden, durch welche in ruhiger Weise die Aufmerksamkeit fixirt und die Willenskraft angeregt wird.

Nur mit grosser Vorsicht und in mässiger Weise darf geturnt wurden 1) bei allgemeiner Körperschwäche äussersten Grades in Folge mangelhafter Entwickelung oder schwerer Krankheit; hier muss erst durch kräftige Ernährung, Eisen, dem Turnen vorgearbeitet sein; 2) bei schwacher Brust und Neigung zu Blutspeien; 3) bei grosser Reizbarkeit und Krampfzustän-

den, wie Epilepsie; 4) bei Rückgratsverkrümmungen; 5) bei Unterleibsbrüchen.

Contraindicationen gegen das Turnen sind alle schwereren Herz- und Gefässkrankheiten, Aneurysmen; ferner alle schweren Lungenkrankheiten, z. B. Emphysem, cavernöse Phthisis und Hämoptoe.

Turnmethoden.

Man kann die Körperübungsmethoden in drei Hauptgruppen theilen:

1) in solche, welche eigentlich nicht aus dem Grund, um den Körper zu üben, unternommen werden, sondern zur Erreichung anderer Zwecke, zum Theil des Nutzens, zum Theil der Abwehr und Vertheidigung, zum Theil des Vergnügens. Hierher gehören alle möglichen Arbeiten, wie Gartenarbeit, Feldarbeit, Ausübung schwerer Handwerke, wie Schlosserei, Schmiedekunst, ferner das Rudern, Bergsteigen, das Reiten, Fechten, Tanzen u. s. w.

Namentlich die von dem Menschengeschlechte zum Vergnügen getriebenen Uebungen haben deshalb eine ausserordentlich grosse Bedeutung, weil man mit ihnen leichter wie auf jede andere Weise grossen Massen des Volkes die Vortheile der körperlichen und geistigen Kräftigung verschaffen kann. Denn das Vergnügen sucht fast die gesammte Menschheit. Warum sollte man diesen Trieb nicht zu guten Endzwecken benutzen?

Jedoch darf nicht verhehlt werden, dass die meisten dieser zum Theil nur als Sport betriebenen Vergnügungen doch nur mehr den Körper einseitig auszubilden im Stande sind und die oben erwähnten moralischen Vortheile nur in geringem Grade bieten. Das Reiten übt mehr die unteren, das Rudern mehr die oberen Extremitäten. Das Pflichtgefühl, der Ordnungssinn, die Unterordnung unter den Willen einer Gesammtheit, die wir oben als geistige Haupterrungenschaften der methodischen Körperübungen hingestellt haben, leiden sogar durch die mit dem Sport innig verknüpfte Vergnügungssucht und Leidenschaft.

2) Das Ideal der Körperübungen sind und bleiben die des alten griechischen Gymnasion und des diesem am nächsten kommenden deutschen Turnens. Von diesen beiden Völkern allein unter allen wurden die Körperübungen im grossen Maassstabe unternommen, nicht um eines gemeinen Nutzens willen, sondern einzig aus dem idealen Beweggrund der Freude an Körperschönheit und Körperkraft, und aus der Verachtung dort der asiatischen, hier der welschen Weichlichkeit. Das altgriechische und das deutsche Turnen unterscheiden sich von einander nur durch kleinere von dem Volkscharakter abhängige Unterschiede. Die Hellenen unter ihrem meist heiteren Himmel und befreit von der täglichen harten Arbeit

ums Brod durch Hunderttausende von arbeitenden Sclaven, gestalteten ihre Uebungen, welche sie fast das ganze Jahr in unbedeckten und anmuthigen Räumen abhalten konnten, fast ebenso sehr zu Beförderungsmitteln der Lust und der Körperschönheit, als ihrer Körperkraft. Namentlich die Möglichkeit und sogar Nothwendigkeit, in ihrem warmen Klima die meisten Uebungen, um nicht zu stark in Schweiss zu gerathen, vollständig nackt auszuführen und den Zuschauern jeden Theil des Körpers unbedeckt zu zeigen, muss als einer der Hauptstacheln angesehen werden, eine schöne harmonische Entfaltung des Gesammtkörpers zu bewirken. Da konnte sich unter all den schönen Leibern nicht gut Jemand sehen lassen mit durch harte Arbeit gekrümmtem Rücken, eingesunkener Brust, zu stark hängendem Gesäss oder gar mit dünnen kraftlosen Armen und Beinen und dickem Hängebauch. Eben wegen des herrlichen herzerhebenden Anblickes, den eine Gruppe in mächtigen Sprüngen dahin sausender schöner, kraftvoller Jünglinge oder mit einander ringender oder ihre thracischen Rosse tummelnder breitbrustiger und stiernackiger Männer machte, lässt es sich auch begreifen, warum diese Körperübungen zum Mittelpunkte all der schönen Götter- und Volksfeste werden konnten, wie zu seinen olympischen Spielen immer und immer wieder ein ganzes Volk strömen konnte, und wie die Sieger in den olympischen Kämpfen von den Genossen der engeren Heimath gefeiert wurden wie die Götter selbst. Das griechische Turnen wird daher immer das Ideal der Völker bleiben, weil es eben ein ganzes Volk anzog und umfasste, ja sogar der Mittel- und Hauptpunkt seiner religiösen und nationalen Feste wurde, und ebenso sehr Vergnügen, als geistigen und körperlichen Nutzen gewährte. Leider ist es nur durchzuführen bei einem solchen von der Natur begünstigten freien und nicht einer fortwährenden harten Tagesarbeit und einem schlechten Klima unterworfenen Volke.

3) Das deutsche Turnen dagegen entspricht, so sehr es auch ganz auf griechische Ideale aufgebaut ist, doch nur dem düsteren Himmel, der langen Winterskälte, dem schlechten Klima und dem in schwerer niederdrückender Arbeit lebenden Volke und dessen aus diesen Umständen entspringenden trüberem pedantischerem Charakter. Das Endziel ist und muss zwar auch beim deutschen Turnen Schönheit und Kraft sein, aber auf erstere wird unwillkürlich weniger geachtet, da das Turnkleid doch nicht den Körper in seiner harmonischen Durchbildung so in den Vordergrund treten lässt. Eine Reihe von Uebungen, wie z. B. der Wettlauf, das Wagenrennen, das Discuswerfen sind vom deutschen Turnen ausgeschlossen, weil den grössten Theil des Jahres bei dem fortwährenden Schnee und Regen doch nur in engbeschränkten Localen geturnt werden kann. Noch hat es die deutsche Armuth nicht fertig gebracht, ihrer Jugend weite hohe helle Turnhallen zu errichten, sondern dieselbe muss vorliebnehmen mit altersgrauen, für

andere Zwecke unbenutzbar gewordenen Lagerräumen, verlassenen Scheunen und von Rauch qualmender Häuser umschlossenen winkeligen Höfen. Dafür aber hat der deutsche Schulmeister Tausende und Tausende von verschiedene Uebungen erfunden, ohne und mit allen möglichen Geräthen; da ist kein Muskelchen und kein Gelenk zu klein, dass es nicht seine Uebungen hätte; da giebt es Anleitungen für den Turnplatz, für das Zimmer; da werden sogar Stuhlgang, Hämorrhoidal- und Menstrualblutungen mit eigenen Arten von Uebungen bedacht; da giebt es ein Knaben-, ein Mädchen-, ein Männer-, ja sogar ein Greisenturnen.

Und in der That auch das deutsche Turnen hat es fertig gebracht, Geist und Körper so harmonisch und so schön zu entwickeln und gewiss noch weit mehr zu kräftigen, als das alte griechische Gymnasion; aber eben sein vorwiegend so pedantischer Betrieb, die Langweiligkeit vieler seiner Uebungen und seiner Uebungsplätze hat die Freude am Turnen nicht in so weite Volksschichten dringen lassen wie im alten Hellas. Was will es heissen, dass Deutschland 2—300,000 Turner hat. Ein Volk von 45,000,000 Menschen müsste seine Turner ebenfalls nach Millionen zählen. Allerdings kommt unsere gesammte Schuljugend, die nach Millionen zählt, jede Woche 2 bis 4 Stunden auf den Turnplatz; aber diese wenigen Stunden reichen nicht hin, wie ich in der Einleitung bereits auseinandergesetzt habe, die Schäden der übrigen verkehrten Schuleinrichtung zu beseitigen, geschweige ihre Körperentwickelung zu althellenischer Harmonie zu bringen. Zwar sind jährlich einige weitere Hunderttausend zwanzigjährige Männer dem strammen Uebungsdienst der militärischen Zucht unterworfen und es ist dieser Dienst ein wirklicher Segen für die Entwickelung des Volkes. Aber es ist doch diese militairische Erziehung eine zu einseitige, nur darauf gerichtet, tüchtige Fussgänger, kühne Reiter unter möglichster Drainirung des ganzen Körpers heranzubilden; es fehlt die harmonische Durchbildung, die Freudigkeit an der Uebung. Wir erkennen unsere Soldaten, jung und alt, nicht an ihrer Grazie, sondern nur an ihrer Strammheit.

Wie dem auch sei, den Griechen war das bewegende Princip ihres gesammten Lebens die Schönheit; uns soll es die eiserne Pflicht sein; und dies drückt sich auch in unserem Turnen aus. Die Schönheit hat die Griechen nicht vor dem Untergang bewahrt. Hoffen wir, dass uns inmitten schwerer Verhältnisse eine richtige geistige und körperliche Erziehung und unser Pflichtgefühl eine zwar weniger blendende und erfreuende Existenz, dafür aber eine längere Dauer verleihen möge.

Ich lasse die Hauptgrundzüge des deutschen Turnens hier kurz folgen, da die Kenntniss der Einzelheiten nicht zur Competenz des Arztes, sondern des Turnlehrers gehört, da es aber kaum einen deutschen Arzt geben dürfte, der nicht selbst jahrelang geturnt und sich dadurch eine hinlängliche Kenntniss verschafft hätte.

A. Turnen im Freien und auf dem Turnplatz.

1) Frei- und Ordnungsübungen. Die Freiübungen bezw. die elementarsten Bewegungen bei denselben kann man in drei Gruppen theilen, nämlich a. die Hauptübungen, wie Fusswippen, Fersenheben, Springen, Kniebeugen, Knieheben, Rumpfbeugen, Armheben, Armkreisen, Armstossen; b. untergeordnete, wie Fuss- und Fersenklappen, Unterbeinschnellen, Rumpfdrehen, Unterarmkreisen und c. unwesentliche Uebungen.

Bei den Freiübungen darf der Lehrer nie vergessen, dass die meisten hierhergehörigen Körperbewegungen selbst dem Neuling nichts Fremdes sind, da das Leben ja fortwährend die elementarsten Bewegungsmöglichkeiten beim Gehen, Stehen, Heben, Steigen, Langen, Bücken u. s. w. erfordert. Dieselben langweilen daher Jung wie Alt sehr bald und werden dann durch die zusammengesetzten Uebungen, d. i. Combinationen vieler der obigen in rhythmischer Reihenfolge ersetzt, welche sowohl an die geistige Thätigkeit, wie an die körperliche Gewandtheit solche Anforderungen stellen, dass von einem mechanischen Nachahmen und von Langeweile nicht mehr die Rede sein kann.

Zu den Freiübungen und als gute Abwechselung in denselben kann man das Hanteln und die Stabübungen rechnen, welche beide nicht zu schwer sein sollen. Die Hanteln für Knaben sollen $1\frac{1}{2}$, für Erwachsene 2—5, die Stäbe für Knaben $2\frac{1}{2}$—3, für Erwachsene $3\frac{1}{4}$—4 Kilogr. wiegen.

An die Freiübungen, bei denen man am besten zuerst die reinen, sodann die mit Hantel und endlich die mit Stab machen lässt, reihen sich ganz naturgemäss die Ordnungsübungen an, die in mancher Hinsicht die ersteren ergänzen, indem erstere mehr die Kraft und Gesundheit, letztere den Ordnungs- und Erziehungssinn bilden.

Durch charakteristisch - rhythmische Aneinanderreihung von Frei- und Ordnungsübungeu zu einem Ganzen entsteht der Reigen, der am zweckmässigsten unter wirklicher Musikbegleitung ausgeführt wird und zwar ebenso gut zu dem männlichen, doch besonders zum weiblichen Turnen gehört.

2) Geräthturnen. Hierfür sind besonders folgende Geräthe in Betracht zu ziehen: das Reck und Pferd nur für das männliche Geschlecht, die wagrechte Leiter und der Rundlauf für das weibliche Geschlecht, der Barren, der Springel (Freispringen, Sturmspringen, Stabspringen), die Kletterstangen und der Schwebe- bezw. Sturmbalken, das Schwungseil für beide Geschlechter.

3) Das Spiel ist für die Jugend die beste Vorbereitung für den späteren Ernst des Lebens und entfaltet ebenso sehr die

Körper- wie die Seelenkräfte; es ist der Ausdruck des immanenten Turn- und Bewegungstriebes und der noch ungebrochenen Freudigkeit des jugendlichen Körpers. Wer nicht gespielt hat, war nicht jung. Es ist daher nothwendig, dass die Aerzte namentlich bei den zarten und ängstlich gehüteten Pflänzchen der besseren Stände darauf dringen, dass sie mit Altersgenossen im Freien oft munter und sogar wild sich tummeln dürfen, theils frei nach den Eingebungen ihrer eigenen Lust, theils nach Anregung und Anleitung der Aelteren. In Deutschland hat der Schulmeister den Spielen der Jugend immer mehr den Garaus gemacht. In England hat jede Stadt, und mag der Platz noch so theuer sein, für ihre Jugend mitten unter ihren Häusern die grössten grasbewachsenen, sonnig schönen Plätze. Bei uns jagt man die spielenden Kinder von Strasse und Platz, ja man hat es bereits fertig gebracht, dass die 15jährigen sich des Spieles schämen. Acht volle Monate sind unsere Kinder gezwungen, in mehr weniger kleinen Stuben Tag und Nacht zuzubringen. Ich kenne keine Stadt in Deutschland, der es eingefallen wäre, ihrer Jugend grosse Spielhallen zu bauen; und die wären doch wahrlich tausendmal nöthiger und nützlicher wie viele andere, Millionen verschluckende Bauten.

Die Turnspiele soll zwar ein Lehrer überwachen, aber möglichst wenig beeinflussen, namentlich nicht fortwährend verbessern und ändern wollen, sondern nur die gröbsten Auswüchse beschneiden. Freiheit ist das Lebenselement des jugendlichen Spieles und es verliert einen grossen Theil seines Werthes, wenn diese geraubt ist.

Ein Turnspiel will Bewegung, gemeinsames Regen und Tummeln auf dem Wettplan. Es geht um Sieg und Gewinn, aber niemals um Gewinnst. Darum seien selbst dem kleinsten Turner auch ausser der Turnzeit alle Gewinnstspiele mit Kugeln und Knöpfen verboten; mit solchen Nichtswürdigkeiten fängt man an und mit seinem und anderer Leute Vermögen hört man auf (Jahn). Dafür trete ein im Sommer das Ballspiel, welches Beliebtheit, Kraftübung mit Schönheit verbindet; das Ringen (freies Ringen, Zieh-Schiebkampf, Hackeln, Schweizer Schwingen), das Gerwerfen, das Steinwerfen, das Wettlaufen, das Ueberhüpfen, wie sie zum Theil Zettler in seiner Methodik des Turnunterrichts sehr schön zusammengestellt hat; im Winter das Schneeballenwerfen, das Schlittschuhlaufen.

Das Turnspiel wird viel zu sehr vernachlässigt und vor dem neueren Geräthturnen zurückgesetzt. Ich halte ersteres für die Jugend passender, als letzteres.

4) Das Kürturnen, gewissermassen das Spiel an den Turngeräthen.

B. Zimmerturnen.

Für die schlechte Jahreszeit und für diejenigen, welche ihr Haus und Zimmer nicht verlassen können oder wollen und welche doch ihren Körper kräftig zu erhalten oder gesund zu machen beabsichtigen, hat namentlich Schreber ein System der Zimmergymnastik aufgestellt, durch welches Jedermann in den Stand gesetzt wird, alle Vortheile der verschiedensten Körperarbeiten und Turnübungen durch planmässige Anwendung der freien (ohne Geräth und Unterstützung, daher stets und überall ausführbaren) Gliederbewegungen seinem Körper zu verschaffen.

Als allgemeine Regeln dieses ärztlichen Zimmerturnens stellt Schreber folgende auf, welche für alle Verhältnisse, für jedes Alter und für beide Geschlechter, nur nicht für Schwangerschaft passen. Sie müssen mit der festesten Beharrlichkeit fortgeführt und ebenso wie das tägliche Essen und Trinken der stehenden Tagesordnung eingereiht werden, im stärkeren Maasse da, wo die Summe der übrigen Bewegungen eine ungenügende ist.

Die für die Vornahme der Bewegungen passendste Tageszeit ist die Zeit kurz vor der täglichen Mahlzeit, entweder vor dem Mittag- oder Abendessen und zwar soll zwischen dem Turnen und Essen eine viertelstündige Ruhepause liegen, weil man die Muskelbewegung der Verdauung wegen erst abklingen lassen muss. Nach dem Essen ist das Turnen schädlich.

Es müssen ferner alle beengenden Kleidungsstücke, namentlich an Hals, Brust vorher entfernt werden.

Bei Neigung zu starkem Blutandrang nach inneren Theilen, sowie zu Blutungen, ferner bei stärkeren organischen Veränderungen wichtiger Theile und bei Unterleibsbrüchen müssen die Turnübungen individuell genau vom Arzte bestimmt werden. Ist durch das Turnen Athmung und Herzschlag stark beschleunigt worden, so muss man erst deren Beruhigung abwarten, bevor man zu neuen Uebungen weiter geht. In den Zwischenpausen soll man sich starkes Tiefathmen angelegen sein lassen. Die Bewegungen selbst müssen ruhig, dabei aber straff mit starker Muskelanspannung und überhaupt so vollkommen wie möglich ausgeführt werden. Stets ist ein richtiges Maass zu beobachten, namentlich darf nie bis zu einer Uebermüdung fortgeturnt werden.

Sehr wünschenswerth ist, immer bei offenem Fenster, selbst im Winter, zu turnen. Essen und Trinken sei, wie überhaupt, so auch beim Gebrauch der Zimmergymnastik mässig.

Die empfohlenen Bewegungsformen bei der Zimmergymnastik sind: Kopfkreisen und Kopfwenden, zur Freimachung des Halsgelenks bei Steifheit desselben, bei Lähmung der Hals- und Nackenmuskeln und gegen nervösen Schwindel.

Schulter heben, bei Lungenspitzenkatarrhen zur Lüftung des oberen Thoraxraumes.

Armkreisen, zur Kräftigung der Athmungsbewegungen, bei beengenden Formfehlern der Brust, phthisischer Anlage und bei Lähmung der Schultermuskeln.

Armheben seitwärts, ebenfalls zur Vertiefung der Athmung und gegen Lähmung der Armhebemuskeln und seitlichen Nackenmuskeln.

Ellbogen zurück, Hände hinten geschlossen, zur Beförderung einer geraden Körperhaltung, gegen Schwäche der hinteren Schultermuskeln (flügelförmiges Abstehen der Schulterblätter).

Ungleichseitiges Tiefathmen, indem auf der Seite, die weniger thätig sein soll, die flache Hand derselben Seite möglichst hoch unter der Achselhöhle fassend, kräftig gegen die Rippen gestemmt, dadurch hier eine Hemmung bewirkt, mithin die freigelassene und durch den über den Kopf gelegten Arm möglichst entlastete andere Seite zu um so kräftigerer Athmungsbewegung genöthigt wird. Es wäre anzuwenden bei ungleichem Verhältniss der Athmungsbewegung beider Seiten z. B. in Folge von Verwachsung, Muskellähmung, nach pleuritischen Exsudaten u. s. f.

Armstossen nach vorn, aussen, oben, unten, hinten zur Kräftigung der Beuge- und Streckmuskeln des Vorderarmes, zur Freimachung der Schulter und des Ellenbogengelenks und zur Vertiefung der Athmung.

Zusammenschlagen und Auseinanderschlagen der Arme, zur Kräftigung der vorderen Brust- und der hinteren Schultermuskeln, zur Beförderung der Athmung bei Asthma, pleuritischer Verwachsung.

Armrollen, Achtenbewegung der Hand, Finger beugen und strecken zur Kräftigung der Rollmuskeln des Armes und der Hand und der Fingermuskeln, zur Beweglichmachung aller hier in Frage kommenden Gelenke, gegen Beginn von Contracturen derselben, bei beginnendem Schreibekrampf.

Alle bis hierher abgehandelten Bewegungen dienen auch als Ableitungsmittel bei Kopfcongestionen und Kopfschmerzen. Die Bewegungen, welche auch liegend ausgeführt werden können und keine zu grossen Excursionen erheischen, kann man im Bett bei Schlaflosigkeit, wenn dieselbe Folge eines Mangels an Muskelermüdung u. s. w. ist, als schlafmachendes Mittel, einige davon auch beim Fahren in der Kälte als erwärmendes Mittel gebrauchen lassen.

Die folgenden Bewegungen, wie Rumpfbeugen vor-, rück-, und seitwärts, Rumpfwenden, Rumpfkreisen, Rumpfaufrichten aus liegender Stellung wendet man zur Behandlung von Schwäche der Bauchmuskeln, Hyperämie der Unterleibsorgane, Trägheit der Verdauung und Stuhlentleerung, Hypochondrie, nervösem Schwindel an.

Von Bewegungen der unteren Extremitäten ist zu nennen das Beinkreisen, Beinheben seitwärts, Beinrollen, Beinzusammenziehen zur Beweglichermachung des Hüftgelenkes gegen Lähmung der entsprechenden Muskeln, gegen Hyperämie des Unterleibes und als Ableitungsmittel von Kopf und Brust.

Das Kniestrecken und -beugen nach vorn und hinten zur Freimachung des Kniegelenkes und Kräftigung der geübten Muskulatur.

Fussstrecken und -beugen zur Freimachung der Knöchel-Fusswurzeln- und Zehengelenke, gegen die Lähmung der geübten Muskeln. Wenn man beim Sitzen in kalten Räumen diese für andere fast unmerklichen Bewegungen allviertelstündlich 60 bis 100 Mal kräftig ausführt, werden die Füsse nie kalt.

Knieheben nach vorn, Niederlassen und sich Wiederaufrichten zur Freimachung der entsprechenden Gelenke gegen Schwächezustand der geübten Muskeln und ferner gegen alle obengenannten Stockungen und Unterleibskrankheiten. Schreber ist namentlich für das Knieheben nach vorn sehr eingenommen und schreibt ihm eine ermüdende, schlafmachende Wirkung zu.

Als zusammengesetzte Bewegungen, wodurch mehrere Körpertheile gleichzeitig in Anspruch genommen und alle bei den einfachen Bewegungen angegebenen Indicationen gleichzeitig erfüllt werden können, schreibt Streber vor: Stabkreisen, Gehen mit durchgestrecktem Stab, dieses namentlich bei schlechter Körperhaltung, Armwerfen vor- und rückwärts, namentlich zur Beförderung des Blutumlaufs im ganzen Körper, als Erwärmungsmittel, als Ermunterungsmittel bei körperlicher und geistiger Erschlaffung, Armwerfen seitwärts, Sägebewegung, Schnitterbewegung, Axthauen, Trottbewegung, Beinwerfen vor-, rück- und seitwärts, Stabübersteigen, Rückenwälzen. Letzteres, welches gar nicht ermüdet, dient, um eine rhythmisch abwechselnde Lageveränderung der Unterleibseingeweide zu bewirken: bei Blutüberfüllung sämmtlicher Unterleibsorgane, Hämorrhoidalknoten, Blasenkrämpfen, Metheorismen, eingeklemmten Unterleibsbrüchen.

Mit Ausnahme der letzt angegebenen Bewegung, die ja nur auf palliative Heilzwecke abzielt und deshalb nur gegebenen Falls angewendet werden soll, müssen nach Schreber alle übrigen Bewegungen 10, 20, 30, ja die leichteren allmälig 100—200 Mal täglich ein- oder mehrmals ausgeführt werden; Uebungsdauer $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde.

Die Schreber'schen und Schildbach'schen Turnrecepte.

Behufs einer leichteren Uebersicht und leichteren Benutzbarkeit stellen Schreber und zum Theil Schildbach in folgender Weise die zimmergymnastische Behandlung der hauptsächlichsten und am häufigsten vorkommenden, turnerisch zu heilenden Krankheitszustände zusammen, die zwar grösstentheils willkürlich erdacht und durch manche

andere Zusammenstellung ersetzbar wäre, aber doch als annähernde Anhaltspunkte für eigene Verwendung dem Arzte willkommen sein wird.

1) Gegen fortwährende Kopfcongestionen und chronische Schmerz- und Reizzustände von Kopf und Brust können abwechselnd vorgenommen werden: Armrollen, Fingerbeugen und -strecken, Beinkreisen und -heben, Handreiben, Beinzusammenziehen, Kniestrecken und -beugen, Niederlassen, Trottbewegung.

2) Zur Vertiefung der Athmung, Erweiterung der Brust und Kräftigung der Stimme bei beginnendem Lungenleiden und schwächlichem Körperbau: Schulterheben, Armkreisen, Armheben seitwärts, Ellbogen zurück, Hände hinten geschlossen, Armstossen nach aussen und oben, Rumpfbeugen seitwärts, Auseinanderschlagen der Arme, Rumpfkreisen, Stabkreisen.

Beim Emphysem müssen mehr die Uebungen berücksichtigt werden, welche die Ausathmung unterstützen; namentlich seien in dieser Beziehung zu empfehlen alle mit kräftiger Ausathmung verbundenen Bewegungen des Stimmorganes, wie Declamiren, Lachen, langgezogenes Singen (Portamento).

Gegen Hühnerbrust empfiehlt Schildbach als zwar langsam, aber sicher wirkende gymnastische Uebung: das Drücken auf die hohe Stelle der Brust beim Einathmen, besonders beim Hang. Der Kranke hängt im Streckhang, mit seinem Kopf wenig tiefer, als der Kopf des ihm zur Seite stehenden Gehülfen und holt fortgesetzt tief Athem. Der Gehülfe legt eine Hand auf seinen Rücken, quer über die Schulterblätter, um den Körper zu fixiren, und die andere Hand auf die Brust, so dass die höchste Stelle der letzteren mit dem Daumenballen gedeckt ist, und übt auf jene einen zunehmenden Druck aus. Beim Ausathmen lässt die drückende Hand nach. Dies wird fortgesetzt, so lange der Kranke hängen kann, und möglichst oft wiederholt. Dadurch muss sich der Brustkasten beim Einathmen fortwährend seitlich erweitern und erleidet der abnorm gewölbte vordere Theil einen stetigen Zug rückwärts.

3) Bei Trägheit der Unterleibsfunctionen, Blutstauung daselbst, Verdauungsschwäche, habitueller Hartleibigkeit, daher stammenden Kopf- und Hämorrhoidalleiden, Hypochondrie, Hysterie: Rumpfbeugen vor-, rück- und seitwärts, Stabkreisen, Rumpfwenden und -kreisen, Kniestrecken und -beugen, Sägebewegung, Rumpfaufrichten, Beinheben seitwärts, Axthauen, Armwerfen seitwärts, vor- und rückwärts, Stabübersteigen, Trottbewegung auf einem Punkte. Auch durch geeignete Lage im Bett könne man schon eine Reihe von Zuständen verbessern; am zuträglichsten sei die Rücklage, weil dadurch die Unterleibsorgane die geringste Beeinträchtigung durch Druck erleiden und der Körper nicht so leicht in jene zusammengekrümmten Stellungen verfalle,

wie bei der Seitenlage; bei geschwellter Leber dürfe man nicht auf der rechten, bei geschwellter Milz nicht auf der linken Seite liegen. Beim Sitzen dürfe der Unterleibskranke seine Füsse nicht übereinander schlagen.

4) Zur Hervorrufung von Hämorrhoidal- und Menstrualblutung: Schnitterbewegung, Armwerfen vor- und rückwärts, Trottbewegung auf einem Punkt, Armstossen nach unten, Sägebewegung, Knieheben nach vorn, Armwerfen seitwärts, Stabübersteigen, Beinwerfen seitwärts.

5) Zur Heilung der Leistenbrüche empfiehlt Schreber Rumpfbeugen vor- und rückwärts, Armstossen nach hinten, Rumpfaufrichten, Schnitterbewegung, Rumpfwenden, Armwerfen vor und rückwärts, Rumpfaufrichten in seitlicher Richtung. Während dieser Bewegungen müsse der Bruch durch das Bruchband vollständig zurückgehalten sein. Ein Bruch, der nicht mehr vollständig zurückzubringen ist, verbiete die Anwendung des Verfahrens. Das Verfahren müsse 6 bis 8 Monate ununterbrochen, nach 3 Monaten zweimal täglich angewendet werden. Schenkelbrüche könnten in dieser Weise nicht behandelt werden. — Mir selbst gehen hierüber alle Erfahrungen ab.

6) Gegen beginnende Muskellähmungen, a. der Arme: Schulterheben, Armkreisen, Armheben seitwärts, Ellbogen zurück, Hände hinten geschlossen, Sägebewegung, Armstossen nach allen Richtungen, Armrollen, Achsenbewegung der Hand, Fingerbeugen und -strecken, Handreiben; b. der Beine: Beinkreisen, Beinheben seitwärts, Beinrollen, Beinzusammenziehen, Kniestrecken und -beugen nach vorn und hinten, Fussstrecken und -beugen, Niederlassen, Rumpfaufrichten, Schnitterbewegung, Axthauen, Trottbewegung auf einem Punkte, Beinwerfen vor-, rück- und seitwärts. Bei Kranken, die nicht stehen können, kann man die Bewegungen, wenn es thunlich ist, auch in liegender Stellung ausführen lassen.

7) Bei allgemeiner Nerven- und Muskelschwäche, Blutarmuth, Scrophulose und Fettsucht: a. für den erwachsenen männlichen Körper: Armkreisen, Armstossen nach vorne, aussen und oben, Rumpfkreisen, Handreiben, Rumpfaufrichten, Beinheben seitwärts, Beinzusammenziehen, Fussstrecken und -beugen, Sägebewegung, Knieheben nach vorne, Armwerfen vor- und rückwärts, Niederlassen, Armwerfen seitwärts, Axthauen, Trottbewegung auf einem Punkte, Schnitterbewegung, Beinwerfen vor-, rück- und seitwärts; b. für den erwachsenen weiblichen Körper: dieselben Bewegungen mit Ausnahme von Beinheben seitwärts, Axthauen und Stabübersteigen; c. für Sechzigjährige beiderlei Geschlechts: Armkreisen, Beinkreisen, Zusammen- und Ausein-

anderschlagen der Arme, Rumpfbeugen vor- und rückwärts, Handreiben, Beinrollen, Armstossen nach aussen, unten, hinten, Niederlassen, Armwerfen vor- und rückwärts, Rumpfbeugen seitwärts, Sägebewegung, Armwerfen seitwärts, Trottbewegung auf einem Punkte; d. für gesunde und kranke Kinder vom fünften Lebensjahre an: Kopfkreisen, Kopfwenden, Armkreisen, Armheben seitwärts, Ellbogen zurück, Hände hinten geschlossen, Armstossen nach allen Richtungen, Beinkreisen, Beinheben seitwärts, Zusammen- und Auseinanderschlagen der Arme, Rumpfbeugen vor-, rück- und seitwärts, Armrollen, Achtenbewegung der Hand, Finger beugen und strecken, Beinrollen, Beinzusammenziehen, Rumpfwenden, Kniestrecken und -beugen, Fussstrecken und -beugen, Knieheben nach vorne, Rumpfaufrichten, Schnitterbewegung, Axthauen, Gehen mit durchgestecktem Stabe. Während der Ruhepause sollen die Kinder längere Zeit horizontal auf dem Rücken liegen.

8) Skoliose im kindlichen Alter behandelt Schildbach vorwiegend gymnastisch. Eine blos mechanische Behandlung (Corsets u. s. w.) erscheint ihm nur bei der Skoliose ganz kleiner Kinder angezeigt zu sein, welche zu gymnastischen Uebungen noch nicht fähig sind und wenigstens im ersten Jahre meist liegen; bei diesen wendet er nur den Rauchfuss'schen Schwebegurt an.

Bei allen älteren Kindern, welche an Verkrümmungen ersten Grades leiden, lässt er ausschliesslich folgende gymnastische Uebungen machen:

a. bei unterer Rückverbiegung, bei welcher schwere Belastung des Oberkörpers die Heilung bewirkt, lässt er die Kinder, wenn sie ihrem Alter nach dazu fähig sind, mit einem schweren Kugelstab von höchstens so viel Pfund, als das Kind Jahre zählt, einige Zeit auf- und abgehen; am liebsten lässt er den Stab in Hochstreckhalte (aber mit senkrecht erhobenen Armen) tragen.

b. bei Rückverbiegung des Nackens oder des mittleren Theils des Rückens, also wenn Kopf und Schulterblätter vorgeschoben sind und die Entfernung zwischen den hinteren Enden der Achselhöhlen grösser ist, als die zwischen den vorderen, wendet er alle diejenigen Frei- und Geräthübungen an, welche die Schultern zurückbringen, besonders „Armezurückdrücken, Stabschultern und Gehen mit geschultertem Stab“; der Kopf muss durch eigene Thätigkeit in seiner Stellung verbessert werden, wobei aber das Kinn nicht gehoben, sondern zurückgeschoben werden muss.

c. Bei den im Alter zwischen 8—10 Jahren in Folge schlechter Haltung beim Schreiben so häufig vorkommenden seitlichen Skoliosen in Form einer linksseitigen Verkrümmung ersten Grades wendet Schildbach vielfach das „Armheben seitwärts, links mit Hantel bis Klafterhalte, oder Seitstreckhalte“ an; dabei muss das Kind gerade stehen, den Kopf nicht nach der Seite neigen, den rechten Arm gestreckt bis zur Senkrechten erheben, ohne die Schulter

emporzuziehen, den linken mit einer Hantel von 1—2 Kg. wagrecht halten, mit angezogener Schulter, nicht die Hüften, sondern den Oberkörper ein wenig nach rechts schieben, so sich bis zur Ermüdung halten und die Uebung ungefähr 20 Mal wiederholen, im Anfang am besten bei nacktem Oberkörper, um die richtige Haltung controliren zu lassen. Auch kann man „Einseitig Tiefathmen", allerdings nur bei mittlerer oder unterer, aber nicht bei oberer Seitenverkrümmung machen lassen; man lässt bei linksseitiger Verkrümmung die linke Hand in die linke Seite auf den Gipfel der Convexität aufsetzen, die rechte in Hochstreckhalte oder Senkhalte empornehmen, dann möglichst tief einathmen und gleichzeitig mit der linken Hand stark drücken; beim Ausathmen aber mit dem Druck wieder nachlassen.

Bei höheren Graden dieses Zustandes wendet Schildbach das „Rumpfbeugen seitwärts nach links mit Gegendruck" an. Der Arzt lässt den Kranken zwischen seine Beine stellen (wobei die rechte Seite des Kranken dem Arzt zugekehrt ist), sodann die rechte Hand in Eckhalte über den Kopf legen, umfasst seine linke Seite mit seinen beiden ineinandergefalteten Händen, zieht dieselbe gegen sich heran und lässt dann den Kranken sich nach links biegen.

d. Verkrümmungen zweiten Grades. Wenn sich aus der linksseitigen Verkrümmung ersten Grades mit der Zeit, gewöhnlich im Alter von 10—12 Jahren meistens wieder in Folge fortgesetzten Schreibens eine 2- oder 3fache Verkrümmung ausbildet, indem der mittlere Theil der Wirbelsäule nach rechts tritt, während der untere und zuweilen auch der obere Theil der Wirbelsäule die Ausbiegung nach links beibehält, hält S. eine mechanische Behandlung zwar für nothwendig, namentlich die Anwendung des Lagerungsbetts und von Corseten, betrachtet aber auch hier wieder die specifische Gymnastik als Hauptmittel. Es darf nur durch die gymnastischen Uebungen gegen die obere Verkrümmung die untere nicht verstärkt werden. Um dies zu vermeiden und um gleichzeitig auch die untere Verkrümmung der Heilung entgegen zu führen, hält er die Schiefstellung des Beckens für sehr brauchbar und erreicht dieselbe bei Uebungen im Stand durch Höherstellung des linken Fusses, bei Uebungen im Hang durch Emporziehung der linken Hüfte; ferner empfiehlt er gegen die mittlere Verkrümmung drei Arten der eigenen Thätigkeit: a. die seitliche Verschiebung nach links durch stärkere Belastung des rechten Arms (Armheben seitwärts, rechts mit Belastung bis Seitstreckhalte, und je nachdem Erhöhung des linken Fusses), b. die Ausbiegung nach links (Seitenstemmhang, Rumpfbeugen nach rechts mit Gegendruck (wie oben), Einseitigtiefathmen), c. das Herab- und Zurückziehen beider Schultern, nur mit stärkerer Betonung der rechtsseitigen Thätigkeit. Ausserdem empfiehlt S. auch hier den Hang, d. h. die Dehnung des Rumpfes durch Längszug mittelst der Schwere des am obern Ende hängen-

den Körpers, ferner die Unterbrechung der aufrechten Haltung durch Rückenlage auf harter Unterlage; ferner das Drücken im Streckhang, Hochbrusthang, Bogenstemmhang, Reitsitz, um den Kranken in den Stand zu setzen, sich selbst zu richten; dieses letztere bleibt immer das Hauptziel der ganzen Behandlung. Nur wenn der Kranke sich selbst Mühe giebt, immer an seine Haltung denkt und sie stets selbst zu verbessern trachtet, wird er zu einem erfreulichen Erfolg der Behandlung gelangen.

9) Gegen hockige Haltung, d. i. Vorsinken des Kopfes und der Schultern und abnorme Wölbung des oberen und mittleren Theiles des Rückens, Weitauseinanderstehen der Schulterblätter, empfiehlt Schildbach alle Uebungen, durch welche Kopf und Schultern zurückgenommen werden, also das Rumpfstreckhalten, indem man das Kind von vorn am Becken, dicht unterhalb der Hüftkämme mit beiden Händen seitlich umfasst, es in die Höhe hebt und allmälig vorn über, also sich zuneigt, wobei sich das Kind steif gestreckt zu halten hat. Ferner die Brücke: dem auf dem Rücken gestreckt liegenden Kinde schiebt man ein Kissen unter den Kopf, ein anderes unter die Fersen; dann hebt es den Körper, so weit er noch auf dem Fussboden aufliegt, ab und erhält ihn zwischen seinen beiden Unterstützungspunkten schwebend; ferner das Steifaufheben, Armezurückdrücken, Armschwenken im Halbkreis, Armheben seitwärts, Rumpfbeugen rückwärts und vor Allem Stabschultern, besonders Gehen mit geschultertem Stabe.

Da dies Buch für Aerzte geschrieben ist, erscheint es nicht nothwendig, hier noch weit ausgreifend zu beweisen, dass der weibliche Körper nicht minder, wie der männliche, durch Turnen sich Gewandtheit, Kraft und Gesundheit erhalten müsse, und dass ein grosser Theil der vielen Krankheiten des weiblichen Geschlechts: dessen Muskel- und Nervenschwäche und Nervosität, Blutarmuth, schlechtes Wachsthum, Engbrüstigkeit, skoliotischer Wuchs, von der Vernachlässigung des Körpers herrührt; ferner dass es ganz irrig ist, der weibliche Körper büsse durch Turnen seine Grazie ein, sondern dass im Gegentheil die Grazie wächst. Nur müssen die Turnübungen dem eigenartigen Körper angepasst und mehr Frei- und Ordnungsübungen, und müssen alle Bewegungen stets anständige und gefällige sein.

II. Heilgymnastik.

Ich war lange schwankend, ob ich diese von Ling aus Schweden eingeführte und deshalb auch „schwedische“ genannte Heilgymnastik als eine eigene Methode aufführen dürfe. Denn die

hierher gehörigen Körperübungen sind eigentlich gar nichts Besonderes und könnten gerade so gut als ein ungemein kleiner Theil dem deutschen Turnen eingeordnet werden. Es ist diese Methode eigentlich nur durch den Enthusiasmus einiger Anhänger, ferner nicht minder auch durch einige heftige Angriffe bekannt geworden. Sie hat sehr wenig turnerisches und wissenschaftliches, aber immerhin, das darf nicht geläugnet werden, einiges therapeutisches Interesse. Man ist im Stande, mit Hülfe dieser Methode eine Reihe von Krankheitszuständen zu beseitigen; aber wohl bemerkt, nicht etwa nur mit dieser, sondern auch mit anderen, den betreffenden Leiden zweckmässig angepassten Körperübungen, wie sie das deutsche Turnen lehrt.

Jedenfalls theilt sie das Schicksal mit manchen anderen kleinen Heilmethoden, welche behufs Prosperirung der auf dieselben gegründeten Institute ungemein aufgebauscht mit einer fast unglaublichen Menge von kleinlichen Künsteleien und Untermethoden bereichert wurden. [1])

Allein nichts destoweniger glaube ich, dass der Arzt nothwendig über dieselbe orientirt sein muss, weshalb ich einen Ueberblick darüber zu geben nicht für verfehlt halte.

Der Mittelpunkt und eigentlich die Hauptsache der Ling'schen Heilgymnastik, sind die Widerstandsbewegungen (oder wie man sie auch geschmackloser Weise nennt die duplicirt activen Bewegungen). Bei denselben werden die Uebungen nicht von dem

---

[1]) Zur Orientirung stelle ich hier einige Urtheile zusammen, welche über das Ling'sche System von Seite Du Bois-Reymond's, Herm. Meyer's und Schildbach's gefällt worden sind:

Du Bois-Reymond: „Von einer wissenschaftlichen Begründung des Ling-schen Systems durch seinen Urheber kann im Ernst die Rede nicht sein. Ein Blick in seine Schriften genügt, um zu erkennen, dass man es darin mit einem Ausläufer jener verrufenen Naturphilosophie zu thun hat, welche ein Vierteljahrhundert lang die deutsche Wissenschaft in Schmach getaucht hielt. Nur ein Halbgebildeter, dem willkürliche Constructionen, eine hohle Symbolik, ein dürrer Schematismus, eine pedantische Terminologie, ein paar anatomisch-physiologische Brocken als tiefe Wissenschaft erscheinen, und dem die Schnitzer entgehen, kann sich dadurch imponiren lassen. Wer einen Begriff davon hat, warum es sich in der Wissenschaft handelt, wird nur mit grosser Ueberwindung jene Schriften nach den werthvollen Einzelheiten durchsuchen, die man erwarten sollte, wo ein wohlmeinender, obschon verwirrter Enthusiast, wie Ling, dessen Leben in einem bedeutenden Gegenstand aufging, seine Erfahrungen sammelt und niederlegt. Aber auch hierin findet man sich getäuscht. Das Buch enthält nur, was auf gewisse Vordersätze hin Jeder sich ausdenken kann, in trivial dogmatischer Weise vorgetragen. Was die physiologische Beantwortung der Grundfrage betrifft, so ist dafür aus Ling's Schriften gar nichts zu entnehmen.

„Das weitschichtige Werk des Jüngers Ling's, Rothstein, gleicht einer unermesslichen, aus Tausenden von Locken gehäuften Allongenperrücke auf einem winzigen, hohlen, brüchigen Puppenkopf von grämlich starren, vornehm absprechenden Zügen. Der Puppenkopf ist das beschränkte, hohle, starre, leicht zu durchlöchernde Ling'sche System, das den Kern des Buches ausmacht. Die Allongenperrücke ist das mit staunenswerther Emsigkeit aus allen Disciplinen zusammengetragene Material, welches die Klarheit des Systems verdeckt, es ausschmückt

Kranken allein ausgeführt, sondern es wird den beabsichtigten Bewegungen des Kranken von Seiten des Arztes, oder eines eigens abgerichteten Gehülfen (Gymnasten) ein Widerstand entgegengesetzt, also bei einer auszuführenden Bewegung die Contraction der Antagonisten durch die Arbeit des Arztes überflüssig gemacht und ausgeschaltet.

Ein Beispiel wird die ganze Sache klar machen: Wenn man nach Ling'schem System einem Menschen helfen will, an dessen einer Extremität z. B. die Flexoren hochgradig paretisch oder geschwächt wären, dann dürfte man diese Extremität nicht kräftigen dadurch, dass man die gesammte Extremität Turnübungen verschiedener Art ausführen liesse; denn dadurch würden, wie Ling meint, nicht nur die Flexoren, sondern auch die Extensoren gekräftigt, ja letztere mehr, weil der Willenseinfluss auf die schwächeren Muskeln schwächer wirke, als auf die gesunden und dadurch der Uebelstand eigentlich noch mehr gesteigert würde. Nach Ling müsste man vielmehr bei den anzustellenden Uebungen die Thätigkeit der Extensoren in der Weise ausschalten, dass eine fremde Hand die Extremität in einer Richtung zu halten bestrebt ist, welche die Extensoren, wenn sie wirkten, der Extremität geben würden. Wenn dann der Kranke, um seine Flexoren zu üben, das betreffende Glied in Beugestellung bringt, hat er den ihm entgegengesetzten Widerstand der fremden Hand mit seinen sich contrahirenden Flexoren zu überwinden, und die Extensoren bleiben er-

---

und ansehnlicher erscheinen lässt, und dies in dem Maasse leistet, dass man, vom Hundertsten in's Tausendste geführt, den eigentlichen Gegenstand oft auf lange Zeit ganz aus den Augen verliert. Die philosophischen, ethischen, aesthetischen, politischen, pädagogischen, philologischen, theologischen, geschichtlichen Elucubrationen der Art berühren uns hier nicht. Von den anatomisch-physiologischen Excursen, zu denen der Leser eingeladen wird, muss ich leider sagen, dass sie völlig werthlos sind In der Anatomie handelt es sich um Auszüge aus dem kleinen Compendium von Wilson-Hollstein In der Physiologie wirft der Verfasser veraltete Anschauungen und Meinungen mit neueren Thatsachen und Lehren in einer Weise durcheinander, die eine vollständige Unsicherheit des wissenschaftlichen Urtheils verräth, wie sie bei Laien nicht selten ist, welche glauben, zu einem bestimmten Zweck autodidaktisch in ein verwickeltes Gebiet eindringen zu können. Daraus entspringt eine Verwirrung, die alle Begriffe übersteigt, und das Unternehmen einer eingehenden Kritik dieses Abschnitts so schwierig machen würde, als es andererseits leicht wäre, den Verfasser durch Anführung einzelner Sätze sehr empfindlich blosszustellen."

Schildbach: „Die schwedische Heilgymnastik wird verrauchen, wie andere ähnliche Modesachen verraucht sind. Es wird aus der Heilgymnastik wieder eine Turnerschule werden, und ihr Gutes und Eigenthümliches, als eine solche, wird mit der Turnlehre überhaupt verschmolzen werden Was sie in der Therapie Eigenthümliches leisten kann, wird immer bestehen bleiben und in das therapeutische Turnen überhaupt aufgenommen werden; aber auch einzelne Erfahrungen, welche sie etwa noch ausserdem gewinnt, werden Eigenthum der ärztlichen Kunst werden."

H Meyer: In ärztlicher Beziehung kann die schwedische Schule leisten, was jede gute rationelle Turnschule, ja sie hat noch durch ihre Widerstandsbewegungen für gewisse Zwecke besondere Vorzüge. Sobald sie aber ihren Standpunkt vergisst und statt einer Turnerschule eine ärztliche Schule sein will, nimmt sie sich selbst den Boden unter den Füssen weg."

schlafft, weil ja die fremde Hand für sie in Action getreten ist. Auf diese Weise würden nur die Flexoren gestärkt, und die Extensoren blieben, da sie nicht geübt würden, in ihrer alten Beschaffenheit.

Litte umgekehrt der betreffende Mensch an einer Schwäche der Extensoren, dann müsste die Hand des Arztes oder Gehülfen den betreffenden Körpertheil des Kranken in Beugestellung zu halten suchen, und der Kranke müsste diesem Widerstand entgegen den betreffenden Körpertheil strecken.

Man hat dann 2 Möglichkeiten: entweder übt der Gymnast nur einen solchen Widerstand gegen die intendirte Bewegung des Kranken aus, dass der letztere den Widerstand des ersteren überwindet (von Ling „concentrisch-duplicirte Bewegung" genannt!), oder der Kranke muss nachgeben (die excentrisch-duplicirte Bewegung Ling's).

Natürlich darf hierbei der Widerstand nur immer so gross genommen werden, dass der Kranke gerade noch im Stande ist, ihn zu überwinden oder nicht.

Es soll ja kein Kampf zwischen Gymnasten und Kranken stattfinden; sondern es sollen die kranken Muskeln nur ganz allmälig geübt und gestärkt werden; zu heftige Anstrengung von Seite des Kranken könnte nach Ling eher schaden, wie nützen. Es muss daher nach jeder einzelnen Uebung, deren „Tempo" ein verschieden langes sein kann, eine „Pause" eintreten. Die Pausen haben nach jeder einzelnen Bewegung Minuten — ja 5 Minuten lang zu dauern, während welcher der Kranke zu ruhen oder je nachdem einfach umher zu gehen und tief zu athmen hat.

Wie hat nun Ling diesen einfachen Grundgedanken, der hinreicht, um dem die Musculatur und das Leiden kennenden Arzt bei jedem Fall die Art und Weise der Behandlung klar zu legen, wie hat nun Ling diesen einfachen Gedanken in Abtheilungen, Unterabtheilung u. s. w. gebracht!

Es werden da zunächst 5 sog. Hauptausgangsstellungen: Stehen, Sitzen, Liegen, Hängen und Knieen angenommen, sodann diese Grundstellungen in einfacher Weise vielfältig abgeändert, und aus der Combination solcher einfacher Abänderungen werden sodann binäre, ternäre, quaternäre Stellungen combinirt, je nachdem sich diese aus 2, 3 oder 4 einfachen zusammensetzen.

Auch hier wird ein Beispiel, welches eine der obigen Grundstellungen behandelt (nach M. Eulenburg), zur Deutlichmachung genügen. Die Grundstellung „Stehen" wird einfach abgeändert a. durch Verschiedenheit in der Stellung der Füsse; es giebt so ein Schlussstehen, Gangstehen, Breitstehen und Zehstehen; b. durch verschiedene Armhaltungen als da ist: Streckstehen, Klafterstehen, Reckstehen, Hebstehen, Ruhstehen; c. durch verschiedene Haltungen des Rumpfes: es giebt so ein Geradestehen, Neigstehen, Wendstehen; ferner d. durch Benutzung verschiedener Ge-

räthe, wir haben so ein Lehnstehen, Stufstehen, Stützstehen, Hochstehen, Spannstehen.

Binäre Combinationen[1]) des Stehens sind: Streckbreitstehen, Reckrechtsgangstehen, Rechtsgangseitstütz, Rechtsstrecklinksstufstehen, Rechtsstrecklinksspannstehen, Linksspannrechtsseitlehnstehen, Klafterneigstehen, Breitrückstützstehen, Streckgegenstehen, Rechtsstrecklinksklafterstehen.

Ternäre Combinationen des Stehens sind: Klafterbreitneigstehen, Ruhbreitstützstehen, Rechtsruhwendstützstehen, Reckrechtsgangstützstehen, Rechtsstreckganglinksseitstützstehen, Linksstreckrechtsgangseitstützstehen, Rechtsruhwendstufstehen. (Diese Uebungen werden z. B. sämmtlich bei Skoliose benutzt.)

Quaternäre Combination des Stehens sind: Ruhbreitrechtswendstützstehen, Linksruhrechtsstreckganglinksseitstützstehen.

In ähnlicher Weise werden dann die übrigen Ausgangsstellungen einfach binär, ternär u. s. w. abgeändert.

Heilgymnastik mit Apparaten. Da die schwedische Heilgymnastik sich in Frankreich wegen der Nothwendigkeit eines eigenen Gymnasten oder einer Widerstandsperson nicht einzubürgern vermochte, hat Pichery einen Ringapparat (lutteur) mit einer Doppelleiter statt jenes eingeführt und nennt diesen Apparat den Widerstand oder Gegner (l'Opposant), welcher Jedem erlaubt, sich ohne Gehülfen in einer zwischen deutscher und schwedischer Gymnastik in der Mitte stehenden Weise körperlich zu üben. In neuester Zeit hat sodann G. Zander ebenfalls statt der den Widerstand machenden Hand des Arztes, oder Wärters oder Gehülfen, eigene kurze Maschinen angewendet. Ich kann mir nicht denken, dass die sinnreichste Maschine die menschliche Hand auch nur im Entferntesten zu ersetzen vermag. Ich halte diese Neuerungen, welche auch von anderen schwedischen Heilgymnastikern nicht anerkannt werden, nur für eine weitere specialisirte Spielerei ohne jede Nothwendigkeit und keine Lücke ausfüllend.

Therapeutische Anwendung der Heilgymnastik.

Wie man aus dem Auseinandergesetzen ersieht, unterliegt es keinem Zweifel, dass die schwedische Heilgymnastik die langweiligste

---

[1]) Um die folgende Terminologie zu verstehen, muss man merken, dass zuerst die Haltung der oberen, sodann die der unteren Extremität, dann die des Rumpfes und dann die des benutzten Geräthes, die letztere allerdings auch manchmal zuerst angegeben ist; ferner, wenn in einem Worte die Angabe der Seite, auf welche die Uebung gemacht werden soll, nur einmal steht, dass die ganze Uebung auf dieser Seite vorgenommen werden muss. Wenn ein Theil der Uebungen rechts, ein anderer Theil der Uebungen links vorgenommen werden muss, ist dies ausdrücklich angegeben. Wenn die Seite gar nicht angegeben ist, dann sind stets beide Seiten gemeint.

und das Kleinste austüpfelnde Behandlungsmethode ist, die man wohl je erdacht hat, und dass ein dieselbe allein und einzig ausübender Arzt aus diesem Grunde nicht zu beneiden ist. Ferner ist klar, dass jeder Arzt, der eine genaue Kenntniss der anatomischen Verhältnisse und der physiologischen Wirkungen der Körpermusculatur besitzt und demnach eine scharfe Diagnose der jeweilig geschwächten und paretischen Musculatur stellen kann (das ist allerdings unumgängliche Voraussetzung), auch im Stande ist, ohne Kenntniss der langweiligen Ling'schen Specialvorschriften für jeden Fall die nothwendigen Uebungen immer wieder frisch zu erfinden, wenn er nur das oben gegebene Princip immer im Auge behält.

Auf der anderen Seite aber darf nicht geläugnet werden, dass man mittelst des der schwedischen Gymnastik zu Grunde liegenden Princips in der That Heilerfolge erzielt hat und erzielen kann, namentlich bei vielen Deformitäten des Skeletts in Folge unrichtiger Zusammenwirkung antagonistisch zusammengehörender Muskeln, wie solche namentlich durch lange fortgesetzte schlechte Körperhaltung und bei vollständigem Mangel täglicher Körperübungen so häufig aufzutreten pflegen, also bei Gewohnheits-Skoliose und -Kyphose, bei weit abstehenden Schulterblättern (vergl. S. 479).

Ausserdem noch bei subparalytischem Pes equinus, varus, valgus, calcaneus, bei Genu valgum, ferner überhaupt bei Parese willkürlicher Muskeln an den Extremitäten, bei langdauernden Schwächezuständen einzelner Muskelgruppen (M. Eulenburg).

Die ungemein vielen anderen von den schwedischen Heilgymnastikern für ihr Gebiet in Anspruch genommenen Krankheiten werden viel zweckmässiger in anderer Weise behandelt.

Dass natürlich acute Krankheitszustände, Entzündungen, Fieber, Herzfehler die schwedische Gymnastik ebenso contraindiciren, wie das deutsche Turnen; ferner dass allen Menschen, die ihre Körpermuskeln stark anspannen und üben, auch eine nahrhafte Kost nothwendig ist, und dass die Stärkung beim Turnen ausbleibt, wenn der Mensch gleichzeitig hungern müsste: bedarf wohl kaum besonderer Hervorhebung.

Literatur über Gymnastik.

Ausführliche Literaturangaben von 1850 bis auf heute sind zu finden in den Schmidt'schen Jahrbüchern, nämlich: Herm. Eberh. Richter: Bericht über neuere Heilgymnastik. 4 Berichte in Schmidt's Jahrbüchern Bd. 81. S. 359. 1853; Bd. 82. S. 241. 1854; Bd. 96. S. 229. 1857; Bd. 98. S 89. 1858 — Schildbach: Bericht über neuere Heilgymnastik und Orthopädie. Schmidt's Jahrbücher Bd 127. S. 113, 232, 327. 1865 — E. Kormann: Bericht über die Leistungen auf dem Gebiet der Heilgymnastik und Orthopädie aus den Jahren 1865 bis 1877. Schmidt's Jahrbücher Bd. 170. S. 281—290. 1876; Bd. 179. S. 201 u. 265. 1878; Bd 180. S. 65. 1878.

Benutzt wurden folgende Arbeiten:

E. du Bois-Reymond: Ueber das Barrenturnen und über die sogenannte rationelle Gymnastik. Berlin 1862; — Herr Rothstein und der Barren. Eine Entgegnung. Berlin 1863: — Ueber die Uebung. Berlin 1881. — M. Eulenburg: Artikel über Heilgymnastik in der Realencyklopädie der gesammten Heilkunde von A. Eulenburg. Wien und Leipzig 1881. Bd. 6. S. 375 — F. L. Jahn: Die deutsche Turnkunst — M. Kloss: Hantelbüchlein für Zimmerturner. 5. Aufl. Leipzig 1876 — F. W. Klumpp: Spiele zur Erholung des Körpers und Geistes. — W. Krampe: Das Mädchenturnen Ein Wort zur Anregung und Aufklärung an Eltern und Erzieher. Breslau 1881. — Hermann Meyer: Ueber die neuere Gymnastik und deren therapeutische Bedeutung. Zürich 1857. — J. L. Pichery: Gymnastique de l'Opposant, uniquement fondée par l'anatomie et la physiologie de l'homme. Paris 1867. — Schildbach: Kinderstubengymnastik. Leipzig, Veit, 1880; — Zur Therapie der Skoliose. Aerztl. Vereinsblatt 1881. No. 111. — D G. M. Schreber: Aerztliche Zimmergymnastik oder System der ohne Geräth und Beistand überall ausführbaren heilgymnastischen Freiübungen als Mittel der Gesundheit und Lebenstüchtigkeit für beide Geschlechter, jedes Alter und alle Gebrauchszwecke. 17 Aufl. Leipzig 1882. — G. Zander: La gymnastique médicale mécanique. — M. Zettler: Methodik des Turnunterrichts. 2. Aufl. Berlin 1881.

Streichen und Kneten (Massirung).

Ganz unwillkürlich seit den ältesten Zeiten übt der Mensch auf manche schmerzhafte Punkte, um den Schmerz zu lindern, einen constanten Druck aus oder streicht über diese Theile mit der Hand: und so hat man wohl zu allen Zeiten in bald mehr, bald weniger bewusster Weise durch die Manipulationen des Streichens, Drückens, Knetens Heilwirkungen zu erzielen gesucht. Ling hat dann diese Handverrichtungen seinem heilgymnastischen System einverleibt. Aber erst in jüngster Zeit hat ein gegenwärtig in Amsterdam lebender deutscher Arzt, Metzger, dieselben auf eine physiologische Basis gestellt und darauf hin ein eigenes therapeutisches System begründet. Es lässt sich nicht läugnen, dass in der That damit wieder ein weiterer nicht unwichtiger Heilfactor in die wissenschaftliche Therapie eingeführt ist. Aber trotz einer sehr grossen Menge von empfehlenden und casuistischen Veröffentlichungen, zuerst aus Dänemark, Schweden und Norwegen (Berghmann, Drachmann, Faye, Runeberg, Westerlund), aus Russland (Berglind), aus Frankreich, Belgien und England (Dally, Huillier, Laisne, Möller, Phelippeaux, Trousseau und Pidoux), sowie aus Deutschland (Billroth, Bruberger, Gassner, Gerst, Haufe, Körner, Mosengeil, Podratzky, W. Wagner, Witt u. A.) hat diese Methode doch nur im Ganzen bis jetzt wenig Eingang in die ärztliche Praxis gefunden und ist noch vielfach in den Händen der Heilgehülfen und Streichfrauen. Es wird deshalb die Streich- und Knetecur noch häufig nicht am rechten Platze angewendet, und es ist daher nothwendig, dass von jetzt an die Aerzte diese dankbare Methode selbst in die Hand nehmen.

Die Haupthandleistungen dieser Methode bestehen:

1) In langsamem und mässig starkem Streichen[1]) mit der

---

[1]) Geschmackloser Weise behalten die meisten deutschen Autoren, wie den Namen „Massage", so auch für die Handleistungen französische Namen bei und nennen das Streichen Effleurage, das reibende Streichen Massage à friction, das Kneten Pétrissage, das Klopfen Tapotement.

eingeölten flachen Hand über die kranken Körpertheile in stets centripetaler Richtung. Die Streichungen beginnen immer central von der kranken Stelle und greifen allmälig bis auf diese zurück.

2) In reibendem Streichen, d. i. in mit einer oder zwei Händen ausgeführtem, kräftig eindringendem circulärem Reiben und abwechselnd damit kräftigem centripetalem Streichen.

3) In dem Kneten. Dieses wird so ausgeführt, dass man den kranken Körpertheil mit den Fingerspitzen oder auch mit der ganzen Hand fest umgreift, denselben etwas in die Höhe oder abhebt und dann mit Fingern oder den Händen in die Gewebe eindringt und dabei die Bewegungen macht, die man mit dem Ausdrucke „Kneten" bezeichnet. Dieses Kneten soll kräftig, aber doch sanft, mehr gleitend, als drückend und stossend und immer in der Richtung von der Peripherie gegen das Centrum zu ausgeführt werden; namentlich soll man nicht zu kleine Partien fassen, weil sonst leicht der Kranke gezwickt, aber nicht geknetet wird.

4) In einem Klopfen oder Schlagen und einer Erschütterung auf die kranken Stellen mit den Spitzen der Finger oder mit der Kante der flachen Hand oder mittelst der Faust, natürlich je nach der Tiefe der erkrankten Stelle stärker oder schwächer.

5) In passiven Bewegungen kranker Gelenke, also in Beugung, Ausdehnung, Rollung durch die Hand des Arztes. Dieselben haben sich den vorigen Manipulationen anzuschliessen, nicht schon in den ersten Sitzungen, wohl aber bereits in der 2.—5. Sitzung, wodurch entschieden eine Beschleunigung der Gebrauchsfähigkeit erzielt wird. Unbeweglichhalten der Glieder wird von allen massirenden Aerzten verworfen, weil nicht allein der Blutlauf und die Aufsaugung der Exsudate dadurch verlangsamt wird, sondern weil auch Contracturen, Steifigkeit, Muskelatrophie dadurch eingeleitet werden.

6) Am Schlusse ist es sehr nützlich, um die massirten Theile einen sogenannten Priessnitz'schen Umschlag legen. Auch kann man viele Kranke warm baden lassen, wie das Streichen überhaupt im warmen Bad vornehmen (v. Ziemssen).

Dass natürlich wieder bereits von vielen Aerzten noch eine Masse Unterabtheilungen und subtiler Unterscheidungen dieser Haupthandreichungen ganz nutzlos und nur aus Nothwendelei erfunden worden sind, versteht sich ganz von selbst. Sie verdienen nicht einmal eine Erwähnung; die an verschiedenen Körpertheilen wegen der Lage der Organe nothwendigen kleinen Abänderungen und Modificationen obiger Verrichtungen verstehen sich für einen Arzt von selbst und brauchen nicht eigens auseinandergesetzt zu werden.

Während man früher mittelst verschiedener Apparate massirte, benutzt man jetzt nur die gut (mit Baumöl, Butter, Glycerin, Vaselin) eingeölte fleischige und mit nur kurzen Fingernägeln versehene Hand.

Alle oben genannten Verrichtungen müssen mässig, in einer der Krankheit und Schmerzhaftigkeit entsprechenden Weise, aber mit Nachhaltigkeit ausgeführt werden.

Da, wo die zu massirenden Theile behaart sind, müssen die Haare vor Beginn des Streichens glatt abrasirt werden, um jedes unnöthige Abreissen derselben und dadurch bedingte Hautentzündung zu vermeiden.

Sehr zu empfehlen ist, alle die Verrichtungen im Beginne nur sehr schwach auszuführen, um den Kranken erst daran zu gewöhnen und durch die primäre Schmerzhaftigkeit nicht gleich abzuschrecken; denn ganz schmerzlos ist in den meisten Fällen das Massiren nicht; jedoch hört der Schmerz des Streichens und der durch die ursprüngliche Krankheit gesetzte Schmerz in der Regel so bald auf, dass der Kranke die primären Schmerzen gerne mit in den Kauf nimmt.

Die Sitzungsdauer muss mindestens 2, darf aber auch bis 10, 20 und 30 Minuten (letzteres aber nur bei schon veralteten Fällen) betragen; meist genügen 2 Sitzungen täglich; nur die frischesten Fälle müssen oft 4—5 Mal täglich, dann aber immer nur sehr kurze Zeit (2 Minuten) massirt werden.

Physiologische Wirkung.

Die Hauptwirkungen des Streichens und Knetens sind 1) beschleunigte Fortschaffung der Lymphe und des venösen Blutes von der Peripherie gegen das Centrum, also Beschleunigung der örtlichen Circulation; in Folge dessen 2) Beschleunigung der Aufsaugung und 3) Verminderung örtlicher Entzündung und Hintanhaltung von Ausschwitzungen und Temperaturerhöhungen, dadurch natürlich 4) Verminderung von Schmerzhaftigkeit, und 5) raschere Heilung.

Dass das fortwährende, gegen das Centrum gerichtete Streichen und Kneten in rein mechanischer Weise die ohne das nur träge sich fortbewegende L y m p h e und das v e n ö s e B l u t in bedeutend b e s c h l e u n i g t e r W e i s e g e g e n d a s C e n t r u m z u f o r t t r e i b t, ist ohne weitere Beweise klar. Unterstützt wird diese raschere Fortbewegung noch durch vorgenommene p a s s i v e B e w e g u n g e n, wie dieses Ludwig und seine Schüler auf das Sicherste nachgewiesen haben. Durch Klappenvorrichtungen ist es zudem unmöglich gemacht, dass die einmal nach vorwärts bewegte Lymphflüssigkeit rückwärts stauen könnte. Selbstverständlich werden die genannten Flüssigkeiten nicht nur an den gestrichenen Theilen fortbewegt, sondern es erstreckt sich der günstige circulatorische Einfluss auch rückwärts, weil in die mechanisch ausgeleerten Gefässe die von der Peripherie und den Capillaren kommenden Flüssigkeitsmassen rascher nachrücken können.

Dazu kommt noch, dass länger fortgesetztes Streichen und Kneten einen e r w e i t e r n d e n E i n f l u s s auf die sämmtlichen

getroffenen Blutgefässe ausübt, was das Rothwerden und Anschwellen der getroffenen Theile auf das Deutlichste beweist, so dass auch auf diese Weise, da in den erweiterten Gefässen sich mehr Blutmassen entleeren, ein rascheres Fortschaffen grösserer Flüssigkeitsmassen ermöglicht ist. Allerdings ist es nothwendig, nach Beendigung des Massirens durch eine Zeit lang fortgesetzte passive Bewegungen der massirten Theile eine nachträgliche Stauung in den getroffenen Theilen unmöglich zu machen.

Dass durch die raschere Fortbewegung der Lymphe und des Blutes natürlich auch einerseits eine stärkere Ansammlung eines entzündlichen Exsudats unmöglich gemacht wird und andrerseits bereits gesetzte Exsudate rascher aufgesaugt und fortgeschafft werden müssen, versteht sich auch wieder fast von selbst. Ja der direkt auf die Exsudate geübte Druck drängt dieselben activ in die Stomata der Lymphgefässe und sorgt auch dadurch für raschere Aufsaugung, dass er dieselben auf eine grössere Körperfläche vertheilt und dadurch einer grösseren Menge von Lymphöffnungen und Lymphgängen zugängig macht. Wenn v. Mosengeil in die Gelenke von Kaninchen fein zerriebene schwarze Tusche mittelst einer feinen Spritze injicirte, so hörte bei den massirten Körpertheilen die durch die Injection entstehende Schwellung immer viel früher auf, als bei den nicht massirten Theilen; nach Eröffnung der Gelenke zeigte sich auf der massirten Seite immer nur noch wenig Tusche in den Gelenken, dieselben dagegen in den offenen Lymphstomaten centralwärts bis zu den Lymphdrüsen gewandert. In den nicht massirten Theilen fand sich zu derselben Zeit dieselbe Tusche noch in den Gelenken vor.

Mit der Abnahme der Exsudatmassen aber hört natürlich auch der gesteigerte Druck derselben auf die sensiblen Nerven in den entzündeten Theilen und damit der Entzündungsschmerz auf. Möglich ist, dass ausser dem Nachlass der Spannung in den erkrankten Theilen auch noch eine direct die Empfindlichkeit aufhebende Wirkung auf den Nerven lähmungsartiger Natur gesetzt wird (Möller).

Mit der Abnahme der Exsudatmassen, der Lymphstauung lässt natürlich auch die Geschwulst der entzündeten Theile und die Hitze in denselben rasch nach. Es muss deshalb das Streichen und Kneten als ein vorzügliches „antiphlogistisches Mittel“ angesehen werden, um so mehr, da nach der Entfernung der Exsudate auch die neu gebildeten Gewebe fettig zerfallen und ebenfalls einer Resorption anheimfallen können.

Möglich dass auch das mechanische Zerdrücken von Granulationen etwa in den Gelenkhöhlen ein weiteres Moment der Beseitigungsmöglichkeit ist.

Umgekehrt ist in gelähmten und in der Ernährung in Folge dessen herabgesetzten Körpertheilen das Streichen und Kneten ein belebendes Mittel durch Anregung der Circulation,

durch schnellere Herbeischaffung von Nahrungsmaterial, durch die Anregung zur Neubildung und die Verhinderung des fettigen Zerfalles der Muskelfasern. Natürlich ist hierzu weniger das Streichen als das stärkere Kneten nöthig. Aus demselben Grund kann man auch auf dieselbe Weise das Ermüdungsgefühl nach starken Körperanstrengungen rasch beseitigen und dem Gesammtkörper oder den ermüdeten Muskeln ein Gefühl äussersten Wohlbehagens erwecken, was die Alten durch die Verbindung warmer Bäder mit nachherigem Einsalben und Kneten längst wohl zu erreichen wussten.

Therapeutische Anwendung.

Obwohl die Massirung die allerneueste in die ärztliche Praxis eingeführte Methode ist und ihr Alter nur nach wenigen Jahren zählt, so sind doch bereits alle Unarten ihrer älteren Schwestern auf sie übergegangen, nämlich: 1) die Sucht, wieder die gesammte Pathologie auch in das Bereich der Massirung zu ziehen und demnach nicht allein da, wo Theorie und praktische Erfahrung den wirklichen Nutzen gezeigt haben, also bei Contusionen, Quetschungen, bei Nerven-, Muskel-, Sehnen-, Gelenkleiden dieselbe anzuwenden, sondern sie auch bei centralen Störungen und bei Erkrankungen innerer Organe, bei denen man gar nicht massirend einwirken kann, als heilsam zu empfehlen. Zu diesen Verirrungen scheint zu gehören die Empfehlung der Massirung bei spinaler Kinderlähmung durch Mosengeil und bei Veitstanz durch Blache; bei chronischem Magenkatarrh durch Graham; bei Nierenstein-, Kolik, Blasenlähmung, Samenfluss durch Blache; bei Wassersucht in Folge von Nieren- oder Herzkrankheiten durch Trousseau und Pidoux; dann die Empfehlung der Massirung der Gebärmutter bei Amenorrhoe und Dysmenorrhoe, chronischer Metritis, Scheide- und Gebärmuttervorfall durch Douglas-Graham, Stoddard, Nordström und Hartelius; bei eitrigen Exsudaten, welche nach Parametritis zurückblieben, durch Verum; bei Cornealtrübungen durch Donders (nach Winge). Man sollte meinen, dass die Autoren, selbst wenn sie bei diesen Krankheiten Besserung gesehen zu haben glaubten, sich erst nach sehr langen kritischen Versuchen und Erfahrungen zu einer Veröffentlichung hätten herbeilassen dürfen! Wie schon bei anderer Gelegenheit erwähnt, ist nichts leichter geeignet, eine Methode bei den Aerzten und schliesslich bei den Laien zu discreditiren, als dieses Uebergreifen auf Krankheiten, wo mit Sicherheit bei 99 von 100 Fällen Misserfolg zu erwarten ist. 2) Nicht minder zu tadeln ist auch die bereits zu weit getriebene Verschnörkelung und Differenzirung der Methodik. Wie aus dem physiologischen Theile ersichtlich ist, handelt es sich eigentlich nur ganz einfach um eine Fortschaffung von Blut, Lymphe und Exsudat von der Peripherie gegen das Centrum; da ist denn doch das Streichen, Reiben, Kneten und Klopfen hinlänglich, um Alles zu

erreichen, was mit dieser Methode überhaupt zu erreichen ist und dürfte deshalb an die geistreichen Erfinder neuer Untermethödchen die dringende Bitte gerichtet werden, ihre Erfindungen lieber für sich zu behalten.

Die Massirung ist ein so zeitraubendes und stark anstrengendes Geschäft, dass beim besten Willen der beschäftigte practische Arzt nicht im Stande ist, dieselbe auszuüben, wenn er sie richtig und rationell und nicht etwa blos dem Scheine nach vornehmen will. Das Massiren ist deshalb entschieden nur Sache eines Specialisten. Aber auch ein solcher kann nur an grossen Centren und Verkehrsmittelpunkten sich halten, weil doch das Gebiet der mit Kneten und Streichen behandelten Krankheiten zu klein ist, als dass an kleineren Orten ein Specialist hinreichend Beschäftigung für diese Methode finden könnte. Es bleibt daher meiner festen Ueberzeugung nach nichts Anderes übrig, als dass die Aerzte einer Gegend einen einsichtsvollen, verständigen Laien Unterricht in dieser Methode nehmen lassen und diesem dann die zu massirenden Kranken überweisen. Allerdings müssten die Aerzte dafür sorgen, dass sie über jeden einzelnen Fall die Oberaufsicht behalten und für jeden Kranken dem Heilgehülfen die bestimmte Anweisung geben, weil sonst die Gefahr nahe liegt, dass der Heilgehülfe, der ja die Krankheit nicht diagnosticiren kann, alle Krankheiten über einen Leisten und nur schematisch behandelt, was wieder zur Discreditirung der Methode führen würde. Leider hat sich dieser Uebelstand schon eingeschlichen, aber allerdings nur aus dem Grunde, weil die Aerzte der Massirung gegenüber sich bis jetzt sehr kühl verhielten, theils aus Misstrauen gegen die noch zu junge Methode, theils wegen der Unmöglichkeit, sich in kürzerer Zeit die gehörige Einsicht zu erwerben. Und so sehen wir, dass die vermögendere Clientel, welche sich massiren lassen will, weite Reisen unternehmen muss, und dass der übrige Theil in den Händen schematisirender und irrationeller „Streichmänner oder -frauen“ sich befindet. Ich kann nicht dringend genug den Aerzten rathen, diese Methode von jetzt an selbst in der angegebenen Weise in die Hand zu nehmen.

In folgenden Krankheitszuständen kann man theils mit Sicherheit, theils mit Wahrscheinlichkeit auf einen guten Erfolg der Massirung rechnen, und soll dieselbe deshalb auch, wenn der betreffende Fall es irgendwie erlaubt, anwenden. Allerdings soll man sich selbst in diesen Fällen vor der Ausschliesslichkeit hüten und nicht anstehen, anderweitige zweckmässige Behandlungsmethoden damit zu verbinden.

I. Entzündungen nach Quetschung oder Contusion der Haut und unter der Haut liegender Theile, namentlich der Muskeln mit und ohne Blutextravasate, wenn die Haut unverletzt geblieben ist, sind ein vorzüglicher Behandlungsgegenstand

für diese Methode. Unter Hinweis auf die im physiologischen Theil gegebene Begründung genügt hier die Angabe, dass namentlich der Schmerz der Entzündung und Quetschung, welcher sonst so hartnäckig und quälend zu sein pflegt, durch eine rationelle Massirung in sehr vielen Fällen schon in wenigen Minuten zu beseitigen und der ganze Ablauf des Krankheitsprocesses ausserordentlich zu beschleunigen ist. Während früher durch irrationell langdauernde Eisaufschläge die Krankheitsdauer sogar hinausgeschoben wurde, hat Gerst mit der Massirung in einzelnen Fällen Heilung am 6. Behandlungstage erzielt. Auch die Compressivverbände, die man früher sehr empfahl, dürfen heutzutage höchstens nur während der Zeit des Transportes angewendet werden (Gerst).

Wenn dagegen die Quetschungen mit einer selbst geringfügigen Verletzung der Haut verbunden sind, ist erst dann zu massiren, wenn die Wunde aseptisch gemacht und streng listerisch verbunden und dadurch die Quetschung mit Hautverletzung gleichsam in eine solche ohne Hautverletzung umgewandelt ist. Erst hierauf darf, wenn die anatomischen Verhältnisse es gestatten, die Massirung als secundäre Massregel in der Art vorgenommen werden, dass an dem central in dem antiseptischen Verbande gelegenen freien Theil des Gliedes, also z. B. bei Handverletzung am Vorderarm oder bei Verletzung der Wade am Oberschenkel 3 Mal täglich 15 Minuten lang gestrichen wird (Gerst).

Bei Drüsenentzündungen, sogar bei Beginn von Mastitis empfehlen Metzger und Andere leise Knetungen der Drüsen, um den Process rückgängig zu machen, ja sogar um den bereits gebildeten Eiter zur Aufsaugung zu bringen (?).

II. Von den mit Streichen und Kneten zu behandelnden Muskelkrankheiten sind namentlich zu erwähnen der acute und chronische Muskelrheumatismus, Muskelcontracturen, z. B. Drehhals, ferner Myositis und Muskelrupturen.

Je frischer die rheumatischen Erkrankungen sind, um so leichter kann man durch Streichen, Kneten dieselben beseitigen; es genügen oft 5 Sitzungen. Aber selbst bei sehr alten Muskelrheumatismen ist auch, wenn bereits hochgradige Atrophie und schwere Ernährungsstörungen der betreffenden Muskeln eingetreten sind, von einer energisch durchgeführten Knetcur allerdings erst bei monatelanger Behandlung (50—100 Sitzungen) vollständige Heilung zu erzielen und es scheint nach meinen bis jetzt gemachten Erfahrungen hier die Knetcur der elektrischen Behandlung in Bezug auf die Schnelligkeit des Erfolges vorzugehen.

Auch die häufig mit Rheumatismus verwechselte, namentlich durch das Gefühl der veränderten Muskelconsistenz diagnosticirbare Myositis hat selbst noch bei jahrelangem Bestand Heilerfolge mittelst der Massirung erzielen lassen, und zwar oft schon nach 10 Sitzungen. Doch giebt es auch Fälle, bei denen man ein

halbes Jahr fortmassiren musste (Berghmann, Bruberger, Johnson, Berglind u. A.).

Auch die Sehnenscheidenentzündungen, namentlich an den Fingern werden durch Massirung um so leichter geheilt, je früher sie in Behandlung kommen; doch werden von dieser Erkrankung häufige Rückfälle mitgetheilt.

Der tieferen Lage der Muskeln entsprechend sind bei der Behandlung der Muskelkrankheiten natürlich die stärkeren Handleistungen, namentlich das Kneten angezeigt.

III. Von nervösen Krankheiten können natürlich nur die peripherischen Ursprungs massirend behandelt werden, diese aber oft mit sehr gutem und raschem Erfolge.

Von Neuralgien hat man die verschiedensten massirt, Berghmann ein Neuralgia ulnaris, welche $4^1/_2$ Jahre, ein Neuralgia trigemini, welche 5 Jahre, und eine Coccygodynie, welche 2 Jahre bereits gedauert hatte, gegen die alles Mögliche angewendet worden war, und die in wenigen Wochen durch Massirung geheilt wurden. Besonders günstig sollen die Erfahrungen bei Ischias, auch bei sehr alter, sein. So heilte Winge eine seit 9 Jahren bestehende Ischias. Johnson heilte von 6 Fällen 5 in 27—52 Sitzungen.

Periphere Lähmungen, zum Theil mit Anaesthesie der betreffenden Theile verbunden, heilten Berghmann und Helleday in 3 Wochen.

Es wird entweder längs des Nerven stark gestrichen und geknetet bei Neuralgien in der Haut und in deren Nähe; oder es wird bei tieferem Sitze des Nerven in seinem Verlauf mit der Kante der Hand oder der geballten Faust oder mit einem mit Gummi gepolsterten Percussionshammer mehr oder weniger stark aufgeklopft.

IV. Gelenkkrankheiten. Von traumatischen Gelenkkrankheiten, namentlich von Contusionen und Distorsionen, auch wenn sie von starken Blutungen begleitet sind, haben Berghmann, Thiersch, Metzger, Gassner, Körner, Huillier, Hüter u. A. um so günstigere Erfolge gehabt, je frischer die Fälle waren. Hüter nennt sie geradezu staunenerregend. Vier Tage alte Distorsionen brauchten im Durchschnitt nur 12, bis 9 Tage alte dagegen 17 Sitzungen zur Heilung. Man muss bei den frischen Erkrankungen vorsichtig und schwach mit centripetalen Streichungen beginnen; es darf der Druck und die Reibung erst stärker werden, wenn die Schwellung und die Schmerzen geringer geworden sind; dabei sollen nach Metzger die betreffenden Glieder sogar (allerdings nur allmälig) bewegt werden. Gypsverbände wirkten viel weniger günstig.

Bei Synovitis, sofern sie nicht eiterig oder jauchig verläuft, ist eigentlich nur bei ganz frischen Fällen ein schneller Erfolg zu

erwarten; bei chronischen Fällen braucht man sehr lange Zeit, aber doch immerhin eine weniger lange, wie bei allen anderen Behandlungsmethoden. Bei der hyperplastischen Form der Synovitis soll es geradezu Aufgabe der Massirung sein, die entzündlichen Neubildungen zu zerdrücken, um deren Aufsaugung möglich zu machen.

Auch bei chronisch-rheumatischen Gelenkentzündungen (Tumor albus) mit Steifheit und Unbeweglichkeit des Gelenks oder mit Contracturen, ja sogar mit Ankylosen hat man durch passive Bewegungen in Verbindung mit methodischem Streichen und Kneten günstige Erfolge gesehen; doch nur nach langer Behandlung; häufiger war auch mit Massirung gar nichts zu machen.

Bei Gelenkwassersucht hat man in frischen Fällen sehr günstige Erfahrungen; bei chronischen dagegen müsse man nach jeder Streichsitzung entweder einen Compressivverband anlegen oder auch unter antiseptischen Cautelen punktiren (Mosengeil).

Bei Gelenkluxationen hat man das Massiren empfohlen theils vor der Einrichtung, um die die Einrichtung hemmenden Exsudate und Extravasate rascher zu beseitigen, theils nach der Einrichtung, um Schmerz und Schwellung rascher zum Schwinden zu bringen, und mit dem Streichen sehr bald active und passive Bewegungen, sowie warme Bäder verknüpft (Huillier, Starke, Gerst u. A.).

V. Knochenkrankheiten. Bei der Behandlung der subcutanen Knochenbrüche hielt sich Gerst genau an dieselben Grundsätze, welche man auch bei der Behandlung von Haut- oder anderen Weichtheilwunden beobachtet, die mittelst der Lister'schen Maassnahmen in subcutane verwandelt werden. Wie man bei den letztgenannten Verletzungen vor Allem die in der Wunde angesammelten Blutgerinnsel durch Ausspülen entfernt, da sie die directe Vereinigung der Knochenenden zu hindern im Stande sind; wie man dann die Wundränder einander nähert und denselben die zu ihrer organischen Verbindung nothwendige Ruhe gönnt und sie vor jeder Lageveränderung schützt: so suchte Gerst bei uncomplicirten Knochenfracturen das an der Bruchstelle und in deren Umgebung ausgeschwitzte Blut vor Allem zu entfernen, bezw. mittelst der Streichcur zur Aufsaugung zu bringen und hierdurch eine innige Aneinanderlagerung der beiden Bruchflächen zu ermöglichen. Erst hierauf gönnte er den Knochenenden die zu ihrer Vereinigung nöthige Ruhe, stellte dieselben in einem unbeweglichen Verband fest und liess sie so lange darin liegen, bis eine feste Vereinigung erfolgt war. Erst dann wurde wieder die Massirung geübt und eine etwa vorhandene Gelenksteifigkeit durch passive und active Bewegung zu beseitigen gesucht.

Andere, wie Haufe, können sich nicht entschliessen, die gebrochenen Glieder mit Massirung zu behandeln, da doch die un-

bewegliche Feststellung der betreffenden Glieder und die Handhabung der Massirung reine Gegensätze seien. Abgesehen davon, dass durch die Massirung die gebrochenen Knochenenden unter gewissen Verhältnissen leicht grössere Verletzungen der Weichtheile herbeiführen können, würde sie schliesslich auch die Callusentwickelung stören und eine mühsam vollbrachte Einrichtung wieder aufheben.

VI. Katarrhalische Schleimhautentzündungen, namentlich der Nase, des Rachens und des Kehlkopfs, hat B. Weiss, Gerst durch Streichen an der äusseren Halsfläche, also durch methodische Entleerung der oberflächlich und tiefer gelegenen Halsvenen wirksam zu bekämpfen gesucht; namentlich die acuten Erkrankungen dieser Theile würden dadurch auffallend rasch gebessert. Während die Kranken vorher starke Röthung und Schwellung der betreffenden Schleimhaut erkennen liessen und über Hitzegefühl und über Athem- und Schlingbeschwerde klagten, sei schon nach der ersten Streichsitzung ein deutlicher Nachlass der Röthung und Schwellung und damit auch der subjectiven Symptome wahrzunehmen.

Schnupfenleidende hätten sogleich das Hitze- und Druckgefühl in der Nase verloren und viel leichter athmen können.

Bei an Kehlkopfkatarrh Leidenden habe sogleich das brennende Gefühl im Halse und die Heiserkeit nachgelassen. Da das Massiren nicht allein eine ableitende und resorptionsbefördernde, sondern auch eine kreislaufbeschleunigende Wirkung habe, so werde in Folge der reichlichen Blutdurchströmung die Secretion der Schleimdrüsen angeregt; der vorher der Schleimhaut in spärlicher Menge anklebende glasige und zähe gewesene Schleim habe sich zur grossen Zufriedenheit der Kranken bereits bei der ersten Sitzung gelockert und leichter heraus befördern lassen. Während man früher bei den alten Behandlungsmethoden diese acuten Zustände erst in 5 bis 8 Tagen habe heilen können, sei mittelst Massirung beim Nasen-Rachenkatarrh in durchschnittlich 3, beim Rachenkatarrh in durchschnittlich 2 und beim Kehlkopfkatarrh in $1\frac{1}{2}$ Tagen Heilung zu erzielen.

Auch bei chronischen Schleimhautkatarrhen fand Gerst eine vorzügliche Wirkung von der Massirung.

Und nicht blos die Schleimhauterkrankung, sondern auch die dieselbe häufig begleitenden Hirnerscheinungen, wie Eingenommensein des Kopfes, Stirndruck, Kopfweh, welche alle von Congestionirung oder Stauung im Verzweigungsgebiet der Vena jugularis communis herrühren, wichen der streichenden Entleerung der letzteren sehr rasch.

Der Hals wird nach Gerst in folgender Weise massirt: Der Kranke hat sich bis zur unteren Hälfte der Brust zu entkleiden, den Kopf etwas nach rückwärts zu beugen und die beiden Schultern schlaff herabhängen zu lassen; auch darf er nie vergessen, ruhig, tief und regelmässig fortzuathmen. Es werden die beiden seit-

lichen Halsgegenden eingeölt und die von oben nach unten gerichteten, mit beiden Händen gleichzeitig vorgenommenen centripetalen Streichungen in ziemlich bedeutend gesteigertem Tempo 10 Minuten lang fortgesetzt. Während des Streichens in der oberen Halsgegend ist jeder Druck auf die seitliche Gegend des Zungenbeins zu vermeiden, da derselbe einen stechenden Schmerz verursacht; auch darf nirgends, auch auf den Kehlkopf nicht, ein beängstigender Druck ausgeübt werden. Nach Beendigung der Sitzung wird die beölte Halsfläche mittelst Seifenwassers, und zwar wieder unter centripetalem Streichen, gereinigt. Länger wie 10 Minuten in aufrechter Stellung den Kranken in dieser Weise zu massiren, erscheint nicht zweckmässig, weil bei fortgesetzten Blutableitungen vom Gehirn leicht Ohnmachtsanwandlungen entstehen können. Entkräftete, schwächliche Individuen dürfen überhaupt nur in der Rückenlage gestrichen werden.

Die Kranken können diese Streichung in Ermangelung eines Gehülfen mit ihren eigenen Händen besorgen, und zwar abwechselnd mit der einen, dann mit der anderen Hand.

Mit derselben Methode giebt Gerst an, auch bei parenchymatöser Entzündung der Tonsillen (Angina tonsillaris), ferner bei acuten Krankheitszuständen des Gehörapparats, bei acuten katarrhalischen Entzündungen der Tuba und des Mittelohres (Ohrensausen nach Salicylsäurebehandlung), sowie bei diffuser Entzündung des äusseren Gehörgangs, ferner bei Gehirnerschütterung und bei einer Schädelfissur mit Verletzung der Kopfhaut vorzügliche Erfolge erzielt zu haben.

Gerst hält es für naheliegend, dass die ableitende und aufsaugende Wirkung seines Verfahrens auch in allen mit Hyperaemie einhergehenden Zuständen des Sehapparats, sowie in allen traumatischen, embolischen, haemorrhagischen Läsionen des Gehirns, z. B. Altersapoplexie, mit Vortheil verwerthbar sei, da durch dieselbe, wenn sie nur häufig und in kurzer Zeit wiederholt wird, die locale und allgemeine Blutentziehung vollständig ersetzt werde und dem Körper das zur Heilung der Schäden so wichtige und nothwendige Material, das Blut, erhalten bleibe.

Auch Hemikranie will Faye in wenigen Sitzungen geheilt haben.

VII. Varicös erweiterte Venen hat Starke mittelst der Streichcur in Verbindung mit hochgehobenem Fusse und vorausgeschicktem Douchiren angeblich mit grossem Erfolge behandelt. Abgesehen von der Entleerung des Veneninhalts, würden die musculösen Elemente der Venenwand hierdurch zu stärkerer Contraction gebracht und ein stärkerer Tonus der Wände erzeugt. Nach dem Ausstreichen allerdings müsse durch einen gut sitzenden Gummistrumpf der Wiederanfüllung der Venen vorgebeugt werden.

Theoretisch jedenfalls lässt sich gegen dieses Verfahren gar

nichts einwenden, und namentlich scheint mir die Meinung Bruberger's, dass durch Massirung Thromben gelöst und Embolie bewirkt werden können, etwas zu pessimistisch.

Teleangiektasien behandelt Metzger in der Weise, dass er die Finger der einen Hand auf die abführende Vene legt, um die Capillargefässe strotzend mit Blut zu füllen, diese dann mit der anderen Hand schnell zusammendrückt und auf diese Weise ihre Wandungen schnell zerreisst. Man solle immer von dem Rande gegen die Mitte zu vorgehen. Die Folgen der Zerreissung der Capillaren sind nach M. subcutanes Blutextravasat und nachträglich eine unbedeutende Entzündung, welche beide Zustände durch weitere Streichungen rasch beseitigt werden. Es bildet sich eine narbenartige Verhärtung der Haut und des Unterhautzellgewebes, welche Rückfällen vorbeugt. Am leichtesten werden die Gefässe da zerrissen, wo man eine feste Unterlage hat; wo sie fehlt, kann man sie leicht erzeugen, z. B. an der Nase durch Einführung eines Elfenbeinstäbchens.

VIII. Nicht unterlassen möchte ich zum Schluss noch zu erwähnen, dass man auch chronische Verstopfung und Meteorismus in Folge von Darmmuskelschwäche durch Massirung der Bauchdecken, Bauchmuskeln und des Darmes zu beseitigen versucht hat. Der in halb liegender Stellung und mit erschlafften Bauchmuskeln verharrende Kranke wird von einem auf seiner rechten Seite stehenden Heilgehülfen in der Weise massirt, dass die Dorsalfläche der Finger der linken Hand auf die Gegend des Colon ascendens und die Volarfläche der rechten Hand auf die linke Regio umbilicalis gelegt wird und dass mit letzterer unter Beihülfe der ersteren durch Heben und Senken der Fingerspitzen Knetungen vorgenommen werden.

Gegenanzeichen. Keine Aussicht auf Erfolg bietet die Massirung bei Krankheiten tief liegender Organe, welche dem Streichen und Kneten nicht oder nur unvollkommen zugängig sind; ferner bei Krankheiten, deren pathologisch-anatomische Beschaffenheit überhaupt eine Beseitigung auf nicht operativem Wege unmöglich macht, z. B. bei Gelenkkrankheiten mit hochgradiger Veränderung der Knorpeln und Knochen, bei Ostitis, Osteomyelitis, Ankylosen mit Knochenverwachsungen oder festen Bindegewebsverwachsungen, ferner bei allen Affectionen, Lähmungen, Neuralgien centralen oder constitutionellen Ursprungs.

Geradezu contraindicirt ist die Massirung bei allen eiterigen Gelenkentzündungen und bösartigen Neubildungen.

Literatur über Massirung.

Vollständige Zusammenstellung der ganzen, auch der nordischen Literatur in Schmidt's Jahrbüchern: Bd. 166. S. 158; Bd. 168. S. 276. 1875; Bd. 172. S. 172. 1876; Bd. 173. S. 80. 1877.

Benutzt wurden:

Annales de la société de méd. d'Anvers. 1871. Janv. et Fév. — Berglind: Ueber Massage. St. Petersb. medicin. Zeitschr. Bd. IV. Heft 5. 1873. — Billroth: Wien. medicin. Wochenschr. 1875. No. 45. — Bruberger: Ueber Massage. Deutsche militärärztliche Zeitschrift. Heft 7. 1877. — Dally: Manipulations thérap. Paris 1871. — Gassner: Bayer. ärztl. Intelligenzblatt. XXII. S. 35. 1875. — Gerst: Ueber den therapeutischen Werth der Massage. Würzburg 1879. — Girard: Sur les frictions et le massage etc. Gaz. hébd, de méd. et chir. 1858. No. 46. — Grasser: Massage bei Gelenkcontracturen und Distorsionen. Med. Centralztg. No. 71. 1875. — Haufe: Ueber Massage. Frankfurt 1881. — Hervieux: Ueber die Behandlung des Scleroms Neugeborener mittelst Knetung und Muskelerregung. Schmidt's Jahrb. Bd. LXII. Heft 3. S. 313. Nach Bulletin de Thér. L. p. 268. Mars 1859. — Huillier: Quelques remarques etc. Arch. méd. belg. 1875. Heft 7. — Körner: Deutsche Zeitschrift f. prakt. Medicin. 1877. No. 26. — Laisné: Du massage etc. Paris 1868. — Mezger: Die Behandlung von Teleangiektasien. Langenbeck's Arch. XIII. 1871. — Millet, Auguste (de Tour): Du massage comme traitement de l'entorse. Bulletin général de thérapeutique. Tome LXVI. Janvier 30. 1864. — Möller. Du massage etc. Journ. de méd. Bruxelles 1877. Fév., Mars, Avril. — Mosengeil, v.: Massage. Arch. f. klin. Chirurgie. Bd. XIX. — Nycander (von Stockholm): Du massage et de son application dans le traitement de l'entorse. Bruxelles 1877. — Phélippeaux: Contribution à la vulgarisation du massage; — Étude pratique sur les frictions et le massage. Paris 1870. — Piorry: Sehr alter Muskelschmerz rasch geheilt durch die Massage. Gaz. des hôp. 1860. No. 49. — Podratzky: Ueber Massage. Wiener medicin. Presse 1877. No. 10. — Rossander: Ein Fall von Schreibekrampf, geheilt mit Massage und Strychnininjection. Deutsche Klinik. November 1873. — Starke: Die physiologischen Principien bei der Behandlung rheumatischer Gelenkentzündungen. Charité-Annalen. III. Jahrgang; Centralbl. f. Chir. 1878. No. 35. — Wagner, W.: Berl. klin. Wochenschr. 1876. No. 45 u. 46. — Weiss, Bela: Die Massage etc. Wien. Klinik von Schnitzler. Heft 11 u. 12. 1872. — Witt: Ueber Massage. Langenbeck's Archiv. Bd. XVIII.

Sach-Register.

A.

B.

C.

D.

E.

H.

I.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Namen-Register.

W.

Z.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

